

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-221751

(43)Date of publication of application : 09.08.2002

(51)Int.Cl. G03B 17/17  
 G02B 5/10  
 G02B 26/08  
 G03B 15/00  
 G03B 17/02  
 H04N 5/225

(21)Application number : 2001-016133

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 24.01.2001

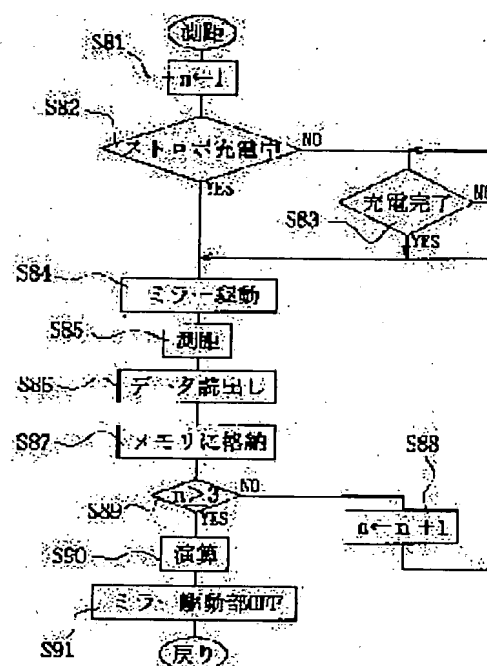
(72)Inventor : MUSASHI TAKESHI  
 NAKANE TAKESHI

## (54) CAMERA USING VARIABLE SHAPE MIRROR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a camera using a variable shape mirror which can reduce a burden of a power supply system and stabilize an operation of the variable shape mirror.

**SOLUTION:** The camera comprises: an imaging means for obtaining an image signal from an image picked up through an imaging lens; an exposure controlling means for implementing controls including a driving control of the imaging means by an exposing operation based on imaging conditions; the variable shape mirror having a reflecting surface deformed by electric power and an electrode for controlling a shape of the reflecting surface; a power supplying means for supplying power for driving the variable shape mirror; a driving means for driving the variable shape mirror; and a means for driving the imaging lens. When the imaging lens is driven or controlled to expose by the exposure controlling means, the variable shape mirror is not driven by the driving means.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] An image pick-up means to acquire a picture signal from the image by which image formation was carried out through the taking lens, The exposure control means which performs control which includes actuation control of said image pick-up means by exposure actuation based on photography conditions, The adjustable configuration mirror which comes to have the reflector which deforms according to the electric force, and the electrode which controls the configuration of this reflector, A current supply means to supply the power source for driving said letter mirror of good deformation, and the driving means which drives said letter mirror of good deformation, The camera using the adjustable configuration mirror characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means when it has a means to drive said taking lens, and said taking lens is driving or exposure control by said exposure control means is performed.

[Claim 2] The camera using the adjustable configuration mirror according to claim 1 characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means when it has further the stroboscope control means which controls the charge and discharge of the stroboscope which illuminates a photographic subject and charge-and-discharge control of said stroboscope is carried out.

[Claim 3] The camera using the adjustable configuration mirror according to claim 1 characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means while it has further a record means to record the data concerning the picture signal acquired with said image pick-up means and data logging is carried out with said record means.

[Claim 4] The camera using the adjustable configuration mirror according to claim 1 characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means when it has further a mode setting means to set up two or more modes containing photography mode and the modes other than photography mode are set up with said mode setting means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the camera which used the adjustable configuration mirror.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the adjustable configuration mirror applicable to the small device which can be made to be able to transform the reflector of a mirror by electric force, such as static electricity, and can obtain a desired optical property is proposed, using a semi-conductor process. If this adjustable configuration mirror is used, the device which employed efficiently the description of the adjustable configuration mirror which can carry out a high-speed response with the miniaturization and the easy configuration by space-saving-izing may be able to provide.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order for actuation control of an adjustable configuration mirror to take high tension, devices, such as a camera driven by the cell, are constituted, for example, when an adjustable configuration mirror is used for optical members, such as AF (autofocus) configuration member, it becomes so large that power consumption cannot be disregarded. For this reason, while, performing actuation with big consumption of the power in lens actuation, exposure control, etc. for example, when actuation of an adjustable configuration mirror was performed simultaneously, the whole power-source load became large too much, and when the worst, there was a trouble of the guarantee of an adjustable configuration mirror of operation becoming impossible.

[0004] Then, this invention aims at offering the camera using the adjustable configuration mirror which the burden to an electrical power system is mitigated and can stabilize actuation of an adjustable configuration mirror in view of the above-mentioned trouble.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the camera using the adjustable configuration mirror by this invention An image pick-up means to acquire a picture signal from the image by which image formation was carried out through the taking lens. The exposure control means which performs control which includes actuation control of said image pick-up means by exposure actuation based on photography conditions. The adjustable configuration mirror which comes to have the reflector which deforms according to the electric force, and the electrode which controls the configuration of this reflector. A current supply means to supply the power source for driving said letter mirror of good deformation, and the driving means which drives said letter mirror of good deformation. When it has a means to drive a taking lens, and said taking lens is driving or exposure control by said exposure control means is performed, it is characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means.

[0006] Moreover, the camera using the adjustable configuration mirror by this invention is characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means, when it has further the stroboscope control means which controls preferably the charge and discharge of the stroboscope which illuminates a photographic subject and charge-and-discharge control of said stroboscope is carried out.

[0007] Moreover, the camera using the adjustable configuration mirror by this invention is characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means, while it has further a record means to record the data preferably applied to the picture signal acquired with said image pick-up means and data logging is carried out with said record means.

[0008] Moreover, the camera using the adjustable configuration mirror by this invention is characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means, when it has further a mode setting means to set up two or more modes containing photography mode preferably and the modes other than photography mode are set up with said mode setting means.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using a drawing. Drawing 1 is the system-outline block diagram of the camera using the adjustable configuration mirror concerning 1 operation gestalt of this invention. The taking-lens system 1 in which the camera equipped with the adjustable configuration mirror of this invention has non-illustrated drawing and MEKASHATTA, With the lens actuator 2 having the motor and Motor Driver for adjusting the focal location of this taking lens 1 The image sensors 3, such as CCD series, and the image pick-up circuit 4 which drives an image sensor 3 and acquires a picture signal, A/D converter 6 which changes an analog picture signal into a digital picture signal, The buffer memory 7 and the stroboscope luminescence circuit 8 for storing the picture signal temporarily, DSP20 for performing an image processing (digital signal processor), The RISC-microprocessor 19 and the data compression expanding circuit 15, I/F16 for accessing with the attachment-and-detachment type memory card with which the card slot was equipped (interface), Image display of the digital picture signal is carried out, or it has I/F17 for performing data I/O with an external instrument through the video memory 18 which memorizes the image data for outputting a video signal, and an external I/O terminal from a video outlet terminal etc.

[0010] Furthermore, said camera is equipped with the power circuit 12 for performing current supply to a control unit 10, the adjustable configuration mirror unit 11, and each part of a camera and the adjustable configuration mirror 11 for performing various actuation concerning the mode LCD 9 for displaying the AE section 5 for calculating the exposure of an image sensor 3, the stroboscope luminescence circuit 8, and photography information, such as a mode of operation, at the time of photography, photography, playback, etc. And it has the system controller 13 for controlling each part accompanying actuation of photography of said camera, playback, etc. Release \*\* which is not illustrated [ which directs initiation and record of photography ], a mode setting control unit, etc. are prepared in the control unit 10.

[0011] Drawing 2 is the block diagram of the circuit section which performs the arrangement relation and armature-voltage control of an electrode which constitute the adjustable configuration mirror 11 used for the camera of this operation gestalt. The adjustable configuration mirror 11 is equipped with the control board which consists of the flexible thin film equipped with the reflector 23 and the up electrode 21, a lower electrode 22 which is a control electrode which countered it and has been arranged, and its control circuit, and the power circuit 12 and system controller 13 which are shown in this control board and drawing 1 are connected.

[0012] In drawing 2, a high voltage power supply \*\*\*\* is an about [ 100V ] source of a constant voltage, and the reference electrical potential difference  $V_{ref}$  is an about [ 5V ] adjustable electrical potential difference. Moreover, driver voltage  $V_D$  is a voltage source for making the armature-voltage control circuit section 24 drive. The source \*\*\*\* of these high tensions, the reference electrical potential difference  $V_{ref}$ , and driver voltage  $V_D$  are impressed, and are supplied to the armature-voltage control circuit section 24. The armature-voltage control transistor 25 and control circuit 26 of high pressure-proofing are formed, and armature-voltage control of the high tension \*\*\*\* is carried out to the armature-voltage control circuit section 24, and it is impressed by it to the lower electrode 22 which is a control electrode so that it may become the output voltage corresponding to the reference electrical potential difference  $V_{ref}$  which is a low battery by this armature-voltage control circuit section 24. Moreover, the clock input terminal CK emits the timing pulse which is the pulse voltage which synchronized with change of the reference electrical potential difference  $V_{ref}$ . Moreover, in the armature-voltage control circuit section 24, the armature-voltage control transistor 25 of above-mentioned high pressure-proofing and the transistor 28 for switching of the timing generating circuit 27 and high

pressure-proofing to everything but a control circuit 26 are formed.

[0013] Thus, in the constituted adjustable configuration mirror (the armature-voltage control circuit section is included), the reference electrical potential difference  $V_{ref}$  according to the electrical potential difference impressed to the electrode of the arbitration of the lower electrodes 22 which are divided control electrodes is inputted, and output voltage is controlled by the armature-voltage control transistor 25 and the control circuit 26. A timing pulse is inputted synchronizing with this and the transistor 28 for switching corresponding to an applicable control electrode is changed into ON condition with the output of the timing generating circuit 27. After going through fixed time amount, the transistor 28 for applicable switching is changed into an OFF condition, the output of the armature-voltage control transistor 25 and connection of a control electrode are severed, and the electrical potential difference impressed to the control electrode is kept constant. The electrical potential difference by which armature-voltage control was carried out by this to the applicable control electrode is impressed. The electrical potential difference of arbitration can be impressed to all the control electrodes that divided ON-OFF of the transistor 28 for switching by the armature-voltage control by this reference electrical potential difference, and the timing pulse by carrying out to time series. In addition, the timing chart of each part of the armature-voltage control circuit in this case is shown in drawing 3. In drawing 3, two electrodes of the arbitration of the divided electrodes are shown.

[0014] Since the electrical potential difference which a load component is a capacitance component by the counterelectrode, and is impressed to a counterelectrode in an adjustable configuration mirror here is direct current voltage, even if it controls the applied voltage of the divided control electrode to time series, it can perform easily keeping constant the electrical potential difference impressed to each electrode. By unifying these armature-voltage control circuit, the adjustable configuration mirror which has the control electrode divided into plurality can be driven only by supplying a power source and a control signal from the exterior. Moreover, since there is no need of increasing a control circuit according to it and armature-voltage control can be carried out to easy modification of a timing generating circuit by duplication of the transistor for switching, even if it increases the number of partitions of a control electrode, It can be made space-saving and the adjustable configuration mirror suitable for a miniaturization can be offered. In addition, although the up electrode 21 was constituted from one sheet and the lower electrode 22 was constituted from two or more sheets, a circuit as divided the up electrode 21 into two or more electrodes and shown in this at drawing 2 is connected to reverse, the lower electrode 22 is constituted conversely from an electrode of one sheet, and you may make it the lower electrode 22 equip it with a reflector 21 with this in drawing 2.

[0015] Drawing 4 is the explanatory view showing the polar zone of the adjustable configuration mirror used for the camera of this operation gestalt, and the side elevation showing the deformation condition of the up electrode 21 which shows (a) - (e) in drawing 2, (f), and (g) are the top views showing the arrangement configuration of the lower electrode 22 shown in drawing 2. It is divided into concentric circular and two or more lower electrodes 22 of an adjustable configuration mirror may be constituted, as are shown in drawing 4 (f), and it is divided in a grid pattern according to a deformation configuration, and you may constitute or it is shown in drawing 4 (g). Moreover, you may make it deform [ as opposed to / as you may make it drive so that a part for a piece flank may be pulled at a counterelectrode side, as you may make it drive so that the whole may be pulled by parallel at a counterelectrode side, as the up electrode 21 is shown in drawing 4 (a) or it is shown in drawing 4 (b) and (c) and it is further shown in drawing 4 (d) and (e) / a counterelectrode ] into a concave or convex.

[0016] Drawing 5 is the explanatory view showing the example which used the adjustable configuration mirror for the ranging section in the camera of this operation gestalt. By detecting by the sensor which contained the light which penetrated the lens which only the predetermined base length left by the principle of triangular ranging, the ranging section is constituted so that the signal which \*\*\*\*s in the distance to a photographic subject can be detected. When it explains more concretely, the infrared light from the infrared (IR) light emitting diode 31 is reflected in the reflector 32 of the adjustable configuration mirror 11, and it passes through the floodlighting lens 33 and the aperture 34 for floodlighting, and is a photographic subject (in drawing). It irradiates that a graphic display is omitted and it is since it is on the extension wire of arrow heads a, b, and

c. it is reflected with a photographic subject and the light (an arrow head -- a -- ' -- b -- ' -- c -- ' -- shown) which passed through the light-receiving aperture 35 and the light-receiving lens 36 is received by the electric eyes 37, such as PSD, and it is constituted so that the output may detect the distance to a photographic subject. At this time, the lower electrode 22 of the letter mirror 11 of good deformation is controlled, and a reflector 32 is driven so that it may be floodlighted in each direction of a, b, and c. In addition, in drawing 5, although the condition of having scanned the photographic subject used as the measuring object to the line writing direction in space is shown, of course, it is possible to also make it scan in the direction of a train.

Therefore, by using an adjustable configuration mirror, the measuring object can be scanned on a photography screen and the focal distance in each part can be measured.

[0017] When making such an adjustable configuration mirror drive and it laps with large actuation of other power consumption in order to require high tension as mentioned above, there is a possibility that it may become it is large and unstable operating [ of actuation control ] the burden to a power source. For this reason, with the camera using the adjustable configuration mirror concerning this operation gestalt, the timing of actuation is controlled not to lap with large actuation of the power consumption of others of a camera. Drawing 6 is a flow chart which shows the actuation control at the time of the photography in the camera which used the adjustable configuration mirror of this operation gestalt. In drawing 6, many data memorized by EEPROM14 of a camera are read first (step S1). Subsequently, a mode selection screen is displayed on the mode LCD 9 of the camera shown in drawing 1, and a photography person performs mode selection. Then, the mode chosen by the photography person is checked (step S2). When photography mode is not chosen, a power source is made not to be supplied to the armature-voltage control circuit section 24 which turns OFF the power source of the actuator of adjustable configuration mirrors, such as an actuation power source, among the power sources from the power circuit 12 shown in drawing 1, and is shown in drawing 2 (step S3), and various modes chosen after that are processed (step S4). In addition, although there are photography mode, a playback mode of a photography image, setting-out mode of various numeric values, the communicate mode with the exterior, etc. in mode selection, here explains for convenience the case of explanation where photography mode is chosen.

[0018] When photography mode is chosen, the power source of the actuator of an adjustable configuration mirror is turned ON, the sense and deformation condition of a reflector 23 are carried out to it being also at the predetermined electrical-potential-difference value beforehand read from EEPROM14 to each electrode 22 shown in drawing 2 which constitutes an adjustable configuration mirror at an initial state, and a power source is turned OFF after that (step S5). Then, stroboscope charge processing is started (step S6). Subsequently, half-push [ release \*\* ] is confirmed, and this processing is wound and returned until half-push [ release \*\* ] (step S7). Ranging processing is performed when half-push [ release \*\* ] (step S8).

[0019] Drawing 7 is the flow chart of the ranging processing in the camera which used the adjustable configuration mirror of this operation gestalt. In ranging processing, 1 is set to the measuring-point counter n as initial processing (step S81). Next, it confirms whether a stroboscope is charging or not (step S82), and when it is under charge, it waits until charge is completed (step S83). When charge of a stroboscope has not carried out completion or stroboscope charge actuation turn on the power source of the actuator of an adjustable configuration mirror, and a power source is supplied to the armature-voltage control circuit section 24. Each electrode 22 is driven so that the distance of the location (for example, location of a, b, or c of drawing 5) corresponding to the measuring-point counter n can be measured, and the configuration of a reflector 23 may be changed, and (step S84) and the photographic subject used as the measuring object in an applicable location are ranged (step S85). And the measured value based on the output signal of an electric eye 37 shown in drawing 5 is read (step S86), and it stores in the buffer memory 7 shown in drawing 1 temporarily (step S87).

[0020] Then, 1 is added to the measuring-point counter n (step S88), an applicable location is ranged until ranging of all the fields in the photography screen about the photographic subject used as the measuring object is completed (until n amounts to 3 in drawing), and processing until it stores the measured value in buffer memory 7 is repeated (step S89). In addition, the scan of the field in a photography screen may be performed by two-dimensional [ of a line and a train ].

Moreover, the location of a is good also as a location of an initial state among each location of a, b, and c, and since what is necessary is just to perform the variation rate to the location of the remaining b and c in this case, the predetermined number of a location can also be reduced.

[0021] Next, the amount of actuation of the predetermined lens which constitutes the image pick-up lens system 1 which should be driven so that the photographic subject of a request location may carry out image formation to an image sensor through the taking-lens system 1 shown in drawing 1 from each acquired ranging value is computed (step S90), and the power source of the actuator of the adjustable configuration mirror 11 is turned OFF after that (step S91). Thereby, ranging processing (step S8) is completed.

[0022] In addition, when it is [ stroboscope ] under charge on the occasion of the above-mentioned stroboscope charge check Make stroboscope charge suspend and priority is given to the processing after actuation of an adjustable configuration mirror. After changing the configuration of a reflector 23, perform ranging of an applicable location and processing which stores the measured value in buffer memory is performed. The amount of actuation of the predetermined lens which constitutes the image pick-up lens system 1 from obtained measured value is computed (step S84 - step S89), and after turning OFF the power source of the actuator of an adjustable configuration mirror (step S91), you may make it resume stroboscope charge.

[0023] As shown in drawing 6 after ending ranging processing (step S8), photometry processing (step S9) is performed. Then, it confirms whether, in the case of speed light photography, a stroboscope is charging (step S10), and when it is under charge, it waits until charge is completed (step S11). When [ at which it completed at the time / when ] stroboscope charge is completed, it waits for processing until all push [ release \*\* ] (step S12). Moreover, the lens actuator 2 which shows drawing 1 makes the taking-lens system 1 drive so that the photographic subject of a desired location may carry out image formation to an image sensor 3 through the taking-lens system 1 in the meantime from the operation value acquired by ranging processing. In addition, the lens actuator 2 also performs variable power actuation and actuation of the lens which constitutes collapsing and the image pick-up lens system 1 from a collapsing position to a camera station further for the taking-lens system 1 other than the above-mentioned actuation.

[0024] Exposure processing is performed when all push [ release \*\* ] (step S13). In exposure processing, based on opening and shutter speed of drawing which were determined according to the value acquired by photometry processing, exposure actuation of MEKASHATTA actuation, control of an image sensor 3, stroboscope luminescence, etc. is performed, and an image processing is performed based on the acquired picture signal (step S14). Then, image display of the picturized image is carried out (step S15), and it records on record media, such as a memory card, by actuation of a photography person if needed (step S16). In the meantime, the power source of the actuator of the adjustable configuration mirror 11 holds the OFF condition. And after record of image information is completed (step S17), the sense and deformation condition of a reflector are initialized with the electrode which turns on the power source of the actuator of the adjustable configuration mirror 11, and constitutes the adjustable configuration mirror 11 (step S18), after that, the power source of the actuator of the adjustable configuration mirror 11 is turned OFF, and photography processing of one piece is completed.

[0025] Thus, according to the camera using the adjustable configuration mirror of this operation gestalt, since current supply to an adjustable configuration mirror and actuation of an adjustable configuration mirror are not performed during lens actuation and exposure actuation, actuation by which the burden to an electrical power system was stabilized small can be performed. Moreover, in order not to drive the current supply adjustable configuration mirror to an adjustable configuration mirror during stroboscope charge, even when carrying out a stroboscope activity, the burden to an electrical power system is small, and ends. Furthermore, in order not to drive the current supply adjustable configuration mirror to an adjustable configuration mirror in image pick-up data logging, it does not have an adverse effect on data-logging actuation. In the processing of those other than photography mode, since the current supply adjustable configuration mirror to an adjustable configuration mirror is not driven, power saving can be carried out that much further again.

[0026] In addition, the camera using the adjustable configuration mirror of this invention is applicable also to the configuration which used the adjustable configuration mirror for the image



pick-up section in addition to the configuration which forms an adjustable configuration mirror in the ranging section like the operation gestalt of drawing 5. Drawing 8 and 9 are the outline block diagrams showing the example which used the adjustable configuration mirror for the image pick-up section in the camera of this operation gestalt.

[0027] The image pick-up lens system 1 arranged in front of an image sensor is constituted from the example of drawing 8 by a lens 41, the adjustable configuration mirror 42, the lens group 43, the infrared cut-off filter 44, and the low pass filter 45. And by impressing the electrical potential difference according to the distance to the photographic subject acquired through the ranging section in the configuration of the reflector of the adjustable configuration mirror 42 to the electrode with which the adjustable configuration mirror 42 was equipped, and making it deform into a concave, the power of a reflector can be changed, the focal distance of an image pick-up system can be changed, and auto-focusing can be performed. Moreover, the image pick-up lens system 1 arranged in front of an image sensor is constituted from the example of drawing 9 by a lens 51, the strange adjustable configuration mirror 52 with a good inclination, the lens group 53, the infrared cut-off filter 54, and the low pass filter 55. And in the example of drawing 9, the amount of blurring can also be amended by impressing an electrical potential difference to the electrode with which the strange adjustable configuration mirror 52 with a good inclination was equipped, and leaning it according to the amount of blurring obtained in the reflector of the strange adjustable configuration mirror 52 with a good inclination through two angular-velocity sensors which detect the angular velocity of the direction of a yaw, and the pitch direction, respectively. Thus, if constituted, it can adjust to a desired focal location, without moving the lens groups 43 and 53 which constitute the image pick-up lens system 1, the part lens driving member etc. can be excluded, and a taking-lens configuration can be simplified.

[0028] And like drawing 8 and the example of 9, also when using an adjustable configuration mirror for the image pick-up section Control of the actuation power supply section of an adjustable configuration mirror almost like the case where it uses for the ranging section What is necessary is just to carry out sequence control so that the adjustable configuration mirror used at the image pick-up section during the record to MEKASHATTA actuation, CCD are recording read-out, image display, a memory card of an image that were picturized after exposure actuation of stroboscope luminescence etc. and exposure processing, etc. may not be driven. Furthermore, what is necessary is just to carry out sequence control of the case of the example of drawing 8 so that the adjustable configuration mirror used during ranging processing at the image pick-up section may not be driven.

[0029] In addition, even if the thing which can make a reflector drive using electric force, such as a configuration driven by the electromagnetic force other than a configuration of driving with electrostatic attraction and a thing constituted using the piezo-electric effect, is used for the adjustable configuration mirror used for this invention, it is easy to be natural [ a mirror ].

[0030] Moreover, the sequence control in this invention is applicable also to the sequence control of the camera using the variable-focus lens constituted so that a variable-focus lens might be prepared in the lens which constitutes a part of image pick-up system, it might deform into it according to the electric force and the focal location of a lens system might be changed into it.

[0031] Next, the example of a configuration of an adjustable configuration mirror and a variable-focus lens applicable to the camera of this invention is explained.

[0032] First, an adjustable configuration mirror applicable to the camera of this invention is explained. Drawing 10 is the outline block diagram of the Kevlar type finder of the digital camera using an optical property mirror concerning other examples of the camera of this invention. Of course, it can use also for a silver salt film camera. First, the optical property adjustable configuration mirror 409 is explained.

[0033] The optical property adjustable configuration mirror in which the optical property adjustable configuration mirror 409 consists of thin film (reflector) 409a by which aluminum coating was carried out, and two or more electrode 409b (It is only hereafter called an adjustable configuration mirror.) it is. -- two or more variable resistors by which 411 was connected to each electrode 409b, respectively -- The power source by which 412 was connected with thin film 409a among electrode 409b through the variable resistor 411 and the electric power switch 413, An arithmetic unit for 414 to control the resistance of two or more variable resistors 411, and 415, 416 and 417

are the thermo sensor connected to the arithmetic unit 414, a humidity sensor, and a distance robot, respectively, and these are arranged like a graphic display and constitute one optical equipment.

[0034] In addition, each side of an objective lens 902, an ocular 901 and prism 404, the 2 equilateral rectangular prism 405, a mirror 406, and an adjustable configuration mirror The spherical surface which may not be a flat surface and carried out eccentricity to the optical axis besides the spherical surface and the symmetry-of-revolution aspheric surface, a flat surface, the symmetry-of-revolution aspheric surface, Or for the field which has the point or line in which the aspheric surface which has plane of symmetry, the aspheric surface which has only one plane of symmetry, the aspheric surface without plane of symmetry, a free sculptured surface, and differential are impossible to carry out what kind of configuration, and what is necessary is just the field which can have a certain effect on light also by the reflector or the refracting interface further. Hereafter, these fields are named generically and it is called an extended curved surface.

[0035] Thin film 409a Moreover, for example, P.Rai-choudhury editing, Handbook of Michrolithography, Michromachining and Michrofabrication and Volume 2:Michromachining and Like Michrofabrication, P495, Fig.8.58, SPIE PRESS \*\*, Optics Communication, and the membrane mirror indicated by 140 volume (1997) P187-190 If an electrical potential difference is impressed among two or more electrode 409b, thin film 409a will deform according to electrostatic force, and the field configuration will change. By this Deformation the focus adjustment doubled with an observer's diopter does not come out as much as possible, and according further to a lens 901,902 and/or prism 404, the 2 equilateral rectangular prism 405, and the temperature and humidity of a mirror 406, and change of a refractive index, Or the image formation performance degradation by the assembly error of components, such as telescopic motion, deformation and the optical element of a lens frame, and a frame, is controlled, and amendment of the aberration always produced in focus adjustment in the focus adjustment list proper may be performed. In addition, what is necessary is for deformation of thin film 409a to carry out the form of electrode 409b, and just to choose it according to a way, as shown in drawing 12 and 13.

[0036] According to this example, it is refracted in respect of each plane of incidence of an objective lens 902 and prism 404, and injection, and is reflected in the adjustable configuration mirror 409, and the light from a body penetrates prism 404. It is further reflected with the 2 equilateral rectangular prism 405 (+ mark in drawing 10 and an optical path shows that a beam of light progresses toward the background of space.). It is reflected by the mirror 406 and incidence is carried out to an eye through an ocular 901. Thus, aberration of a body side can be made now into min by constituting the observation optical system of the camera of this example, and optimizing the field configuration and thickness of each of these optical elements in a lens 901,902, prism 404,405, and the adjustable configuration mirror 409.

[0037] That is, the configuration of thin film 409a as a reflector is controlled by changing the resistance of each variable resistor 411 with the signal from an arithmetic unit 414 so that the image formation engine performance may become the optimal. Namely, the signal of the magnitude according to the distance to a body is inputted into an arithmetic unit 414 at ambient temperature and a humidity list from a thermo sensor 415, a humidity sensor 416, and distance SANS 417. An arithmetic unit 414 so that an electrical potential difference as which the configuration of thin film 409a is determined may be impressed to electrode 409b that the image formation performance degradation by the distance to temperature and surrounding humidity conditions, and a surrounding body should be compensated based on these input signals The signal for determining the resistance of a variable resistor 411 is outputted. Thus, since it is made to transform thin film 409a, the electrical potential difference, i.e., the electrostatic force, impressed to electrode 409b, if the configuration takes various configurations which include the aspheric surface according to a situation and the polarity of the electrical potential difference impressed is changed, it can also be made into a convex. In addition, what is necessary is for a distance robot 417 to move the image pick-up lens 403 of a digital camera, to compute the object distance conversely from the location, to make it transform an adjustable configuration mirror, and just to make it a focus suit its eye of an observer so that you may not be and the high frequency component of the signal of the image from a solid state image pickup device 408 may become abbreviation max in that case.

[0038] Moreover, if thin film 409a is manufactured with synthetic resin, such as polyimide, since

the big deformation also by the low battery is possible, it is convenient. In addition, prism 404 and the adjustable configuration mirror 409 can be formed in one, and can carry out unitization.

[0039] Moreover, although the graphic display was omitted, a solid state image pickup device 408 may be formed in one according to a lithography process on the substrate of the adjustable configuration mirror 409.

[0040] Moreover, by forming by a plastics mould etc., a lens 901,902, prism 404,405, and a mirror 406 can form the curved surface of the request configuration of arbitration in preparation, and are easy to manufacture. In addition, although lenses 901 and 902 separate and are formed from prism 404 with the image pick-up equipment of this example, if prism 404 and 405, a mirror 406, and the adjustable configuration mirror 409 are designed without forming lenses 901 and 902 so that aberration can be removed, prism 404 and 405 and the adjustable configuration mirror 409 will become one optical block, and will become easy [ assembly ]. Moreover, if a part or all of a lens 901,902, prism 404,405, and a mirror 406 may be produced with glass and constituted in this way, still more accurate image pick-up equipment will be obtained.

[0041] In addition, that may not be right, although an arithmetic unit 414, a thermo sensor 415, a humidity sensor 416, and a distance robot 417 are formed and temperature-and-humidity change, change of the object distance, etc. were compensated with the adjustable configuration mirror 409 in the example of drawing 10 . That is, an arithmetic unit 414, a thermo sensor 415, a humidity sensor 416, and a distance robot 417 are excluded, and you may make it the adjustable configuration mirror 409 amend only diopter change of an observer.

[0042] Next, another configuration of the adjustable configuration mirror 409 is described.

[0043] Drawing 11 shows other examples of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention, in this example, piezoelectric-device 409c is infixed between thin film 409a and electrode 409b, and these are prepared on susceptor 423. And by changing into each electrode 409b of every the electrical potential difference which joins piezoelectric-device 409c, piezoelectric-device 409c can be made to produce selectively different telescopic motion, and the configuration of thin film 409a can be changed now. As are shown in drawing 12 , and you may be this cardiac division and it is shown in drawing 13 , the form of electrode 409b may be rectangle division, in addition can choose the thing of a proper form. Among drawing 11 , 424 are the deflection (Bure) sensor connected to the arithmetic unit 414, for example, detect the deflection of a digital camera, and they change the electrical potential difference impressed to electrode 409b through an arithmetic unit 414 and a variable resistor 411 in order to make thin film 409a transform so that turbulence of the image by the deflection may be compensated. At this time, the signal from a thermo sensor 415, a humidity sensor 416, and a distance robot 417 is also simultaneously taken into consideration, and focus doubling, temperature-and-humidity compensation, etc. are performed. In this case, since the stress accompanying deformation of piezoelectric-device 409c joins thin film 409a, the thickness of thin film 409a is good to be made somewhat more thickly and to give suitable reinforcement.

[0044] Drawing 14 shows the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention. This example is the point which consists of piezoelectric-device of two sheets 409c, and 409c' made from the ingredient in which the piezoelectric device which it interposes between thin film 409a and electrode 409b has the piezo-electric property of hard flow, and differs from the example shown in drawing 11 . That is, if piezoelectric-device 409c and 409c' is made from the ferroelectric crystal, it is arranged so that the sense of a crystallographic axis may become reverse mutually. In this case, since piezoelectric-device 409c and 409c' is expanded and contracted to hard flow if an electrical potential difference is impressed, it becomes stronger than the case of the example which the force into which thin film 409a is made to transform showed to drawing 19 , and there is an advantage that the form on the front face of a mirror is a lot changeable as a result.

[0045] As an ingredient used for piezoelectric-device 409c and 409c' For example, barium titanate, a Rochell salt, Xtal, tourmaline, a potassium dihydrogenphosphate (KDP), Piezo-electric matter, such as ammonium dihydrogenphosphate (ADP) and lithium niobate, The polycrystalline substance of this matter, the crystal of this matter, the electrostrictive ceramics of the solid solution of PbZrO<sub>3</sub> and PbTiO<sub>3</sub>, There are organic piezo-electricity matter, such as 2 fluoride poly vinyl (PVDF), ferroelectrics other than the above, etc., and especially the organic piezo-electricity

matter has small Young's modulus, and since the big deformation also by the low battery is possible, it is desirable. In addition, if thickness is made into an ununiformity when using these piezoelectric devices, it is possible to also make the configuration of thin film 409a deform appropriately in the above-mentioned example.

[0046] Moreover, as construction material of piezoelectric-device 409c and 409c', giant-molecule piezo electric crystals, such as polyurethane, silicone rubber, an acrylic elastomer, PZT, PLZT, and polyvinylidene fluoride (PVDF), a cyanidation vinylidene copolymer, the copolymer of vinylidene fluoride and trifluoro ethylene, etc. are used. If the organic material which has piezoelectric, the synthetic resin which has piezoelectric, the elastomer which has piezoelectric, etc. are used, big deformation of an adjustable configuration mirror plane is realized.

[0047] In addition, when using an electrostriction ingredient, for example, an acrylic elastomer, silicone rubber, etc. for drawing 11 and piezoelectric-device 409c of 15, piezoelectric-device 409c may be made into the structure which stuck substrate 409c-1 [ another ] and electrostriction ingredient 409c-2.

[0048] Drawing 15 shows the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention. Piezoelectric-device 409c is pinched by thin film 409a and 409d of electrodes, an electrical potential difference is impressed through the actuation circuit 425 controlled by the arithmetic unit 414 between thin film 409a and 409d of electrodes, and further, independently, this consists of this example so that an electrical potential difference may be impressed also to electrode 409b prepared on susceptor 423 through the actuation circuit 425 controlled by the arithmetic unit 414. Therefore, in this example, thin film 409a may be deformed into a duplex by the electrostatic force by the electrical potential difference impressed between 409d of electrodes, and the electrical potential difference impressed to electrode 409b, and has the advantage that responsibility is also quicker than which thing shown in the above-mentioned example possible [ a nearby deformation pattern many ].

[0049] And if the sign of the electrical potential difference between thin film 409a and 409d of electrodes is changed, an adjustable configuration mirror can be made to transform into a convex and a concave surface. In that case, big deformation may be performed by the piezo-electric effect, and detailed configuration change may be performed by electrostatic force. Moreover, electrostatic force may mainly be used for deformation of a concave surface at deformation of a convex, mainly using the piezo-electric effect. In addition, 409d of electrodes may consist of two or more electrodes like electrode 409b. This situation was shown in drawing 15 . In addition, by this application, all of the piezo-electric effect, an electrostrictive effect, and electrostriction are collectively described as the piezo-electric effect. Therefore, an electrostriction ingredient shall also be included in piezoelectric material.

[0050] Drawing 16 shows the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention. This example is the thing to which it might be made to have made it the configuration of a reflector change using electromagnetic force, and on the internal base of susceptor 423, installation immobilization of the periphery section of substrate 409e to which a permanent magnet 426 consists of silicon nitride or polyimide on a top face is carried out, thin film 409a made on metal coats, such as aluminum, is attached to the front face of substrate 409e, and it constitutes the adjustable configuration mirror 409. Two or more coils 427 are arranged in the underside of substrate 409e, and these coils 427 are connected to the arithmetic unit 414 through the actuation circuit 428, respectively. Therefore, when the respectively suitable current for each coil 427 is supplied from each actuation circuit 428, each coil 427 is opposed or adsorbed by the electromagnetic force committed between permanent magnets 426, and substrate 409e and thin film 409a are made to transform with the output signal from the arithmetic unit 414 corresponding to change of optical system called for in an arithmetic unit 414 by the signal from each sensor 415,416,417,424.

[0051] In this case, each coil 427 can pass the current of an amount different, respectively. Moreover, there \*\*\*\*\* one coil 427, and it attaches a permanent magnet 426 to substrate 409e, and you may make it form a coil 427 in the internal base side of susceptor 423. Moreover, a coil 427 is good to make from technique, such as lithography, and you may make it put further the iron core which consists of a ferromagnetic into a coil 427.

[0052] In this case, deformation of a request can be given to substrate 409e and thin film 409a by

changing the volume consistency of the thin film coil 427 by the location, as shown in drawing 17. Moreover, there \*\*\*\*\* one coil 427 and it may insert in these coils 427 the iron core which consists of a ferromagnetic.

[0053] Drawing 18 shows the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention. In this example, substrate 409e is made from ferromagnetics, such as iron, and thin film 409a as reflective film consists of aluminum etc. In this case, since it ends even if it does not prepare a thin film coil, structure is easy and can reduce a manufacturing cost. Moreover, if an electric power switch 413 is permuted by the switch for power-source [ a change-cum-] closing motion, the direction of the current which flows in a coil 427 can be changed, and the configuration of substrate 409e and thin film 409a can be changed freely. Although drawing 19 shows arrangement of the coil 427 in this example and drawing 20 shows other examples of arrangement of a coil 427, these arrangement is applicable also to the example shown in drawing 16. In addition, drawing 21 shows arrangement of the permanent magnet 426 which is suitable when arrangement of a coil 427 is shown in drawing 20 in the example shown in drawing 16. That is, if a permanent magnet 426 is arranged to a radial as shown in drawing 21, delicate deformation can be given to substrate 409e and thin film 409a compared with the example shown in drawing 16. Moreover, when making substrate 409e and thin film 409a transform using electromagnetic force in this way ( drawing 10 and example of drawing 18 ), there is an advantage that it can drive by the low battery rather than the case where electrostatic force is used.

[0054] Although the example of the adjustable configuration mirror of above some was described, as shown in the example of drawing 15, two or more kinds of force may be used for making the form of a mirror transform. That is, it may use simultaneous [ from / two or more ] among electrostatic force, electromagnetic force, the piezo-electric effect, magnetostriction, the pressure of a fluid, electric field, a magnetic field, a temperature change, an electromagnetic wave, etc., and an adjustable configuration mirror may be made to transform. That is, if an optical property adjustable optical element is made using the two or more different actuation approaches, big deformation and detailed deformation can be realized simultaneously and an accurate mirror plane can be realized.

[0055] Drawing 22 is an outline block diagram of an image pick-up system used for the image pick-up system using the adjustable configuration mirror 409 applicable to a camera concerning the example of further others of this invention, for example, the digital camera of a cellular phone, a capsule endoscope, an electronic endoscope, the digital camera for personal computers, the digital camera for PDA, etc. The image pick-up system of this example constitutes one image pick-up unit 104 from the adjustable configuration mirror 409, a lens 902, a solid state image pickup device 408, and a control system 103. In the image pick-up unit 902 of this example, it is condensed in the adjustable configuration mirror 409, and image formation of the light from the body which passed along the lens 102 is carried out on a solid state image pickup device 408. The adjustable configuration mirror 409 is a kind of an optical property adjustable optical element, and is also called the adjustable focal mirror.

[0056] Even if the object distance changes, focus doubling can be carried out by making the adjustable configuration mirror 409 transform, and it is not necessary to drive a lens by a motor etc., and according to this example, it excels in respect of low-power[ a miniaturization, lightweight-izing and ]-izing. Moreover, the image pick-up unit 104 can be used in all the examples as an image pick-up system of this invention. Moreover, a zoom, the image pick-up system of variable power, and optical system can be made from using two or more adjustable configuration mirrors 409. In addition, drawing 22 shows the example of a configuration of a control system including the booster circuit of the transformer which used the coil for the control system 103. You miniaturize, if especially a laminating mold piezoelectric transformer is used. Although a booster circuit can be used for the adjustable configuration mirror and variable-focus lens which use all the electrical and electric equipment of this invention, it is useful to the adjustable configuration mirror in the case of using especially electrostatic force and the piezo-electric effect, and a variable-focus lens.

[0057] Drawing 23 is the outline block diagram of the adjustable configuration mirror 188 which takes a fluid 161 in and out by the micropump 180, and is made to transform a lens side

concerning the example of further others of an adjustable configuration mirror applicable to the camera of this invention. According to this example, there is a merit that it becomes possible to make a lens side transform greatly. A micropump 180 is a small pump made with the technique of a micro machine, and it is constituted so that it may move by power. The fluid 161 is inserted between the transparence substrate 163 and the elastic body 164. As an example of the pump made with the technique of a micro machine, there are a thing using heat deformation, a thing using piezoelectric material, a thing using electrostatic force, etc.

[0058] Drawing 24 is the outline block diagram showing one example of a micropump applicable to the camera of this invention. In the micropump 180 of this example, a diaphragm 181 vibrates according to electric force, such as electrostatic force and the piezo-electric effect. In drawing 24, the example which vibrates according to electrostatic force is shown, and 182,183 are an electrode among drawing 24. Moreover, the dotted line shows the diaphragm 181 when deforming. Two valves 184,185 open and close and a fluid 161 is sent to the left from the right with an oscillation of a diaphragm 181.

[0059] In the adjustable configuration mirror 188 of this example, it functions as an adjustable configuration mirror because the reflective film 189 deforms into irregularity according to the amount of a fluid 161. The adjustable configuration mirror 188 is driven by the fluid 161. As a fluid, the organic substance, such as a silicone oil, air, water, and jelly, and an inorganic substance can be used.

[0060] In addition, in an adjustable configuration mirror, a variable-focus lens, etc. using electrostatic force and the piezo-electric effect, high tension may be needed for actuation. In that case, as shown, for example in drawing 22, it is good to constitute a control system using the transformer for pressure up, or a piezoelectric transformer. Moreover, if thin film 409a for an echo is prepared also in the part not deforming, when measuring the configuration of an adjustable configuration mirror with an interferometer etc., it can be used as datum level and is convenient.

[0061] Next, a variable-focus lens applicable to the camera of this invention is explained. Drawing 25 is drawing showing the theoretic configuration of a variable-focus lens applicable to the camera of this invention. 1st lens 512a in which this variable-focus lens 511 has the lens sides 508a and 508b as the 1st and 2nd field, It has 2nd lens 512b which has the lens sides 509a and 509b as the 3rd and 4th field, and the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 prepared through transparent electrodes 513a and 513b among these lenses, and incident light is completed through the 1st and 2nd lens 512a and 512b. It connects with AC power supply 516 through a switch 515, and is made for transparent electrodes 513a and 513b to impress alternating current electric field to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 selectively. In addition, the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 has and constitutes many minute macromolecule cels 518 of the configuration of arbitration, such as a globular shape and a polyhedron, which contain the liquid crystal molecule 517, respectively, and the macromolecule and the liquid crystal molecule 517 which constitute the macromolecule cel 518 make it in agreement [ volume / the ] with the sum of the volume occupied, respectively.

[0062] Here, the magnitude of the macromolecule cel 518 is  $2\text{ nm} \leq D \leq \lambda$  when spherical and setting to  $\lambda$  wavelength of the light which uses the diameter  $D$  of the average, for example / 5. -- (1)

It carries out. That is, since the magnitude of the liquid crystal molecule 517 is about 2nm or more, the lower limit of the average diameter  $D$  may be 2nm or more. Moreover, although the upper limit of  $D$  is dependent also on thickness  $t$  of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 in the direction of an optical axis of a variable-focus lens 511, if large compared with  $\lambda$ , since light will be scattered about and the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 will become opaque in the interface of the macromolecule cel 518 according to the difference of the refractive index of a macromolecule, and the refractive index of the liquid crystal molecule 517, it carries out to  $\lambda/5$  or less preferably so that it may mention later. High degree of accuracy may not be required depending on the optical product for which a variable-focus lens is used, and  $D$  is then good at below  $\lambda$ . In addition, the transparency of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 gets so bad that thickness  $t$  is thick.

[0063] Moreover, an optically uniaxial pneumatic liquid crystal molecule is used for the liquid crystal molecule 517. The index ellipsoid of this liquid crystal molecule 517 serves as a

configuration as shown in drawing 26, and is  $n_{ox}=n_{oy}=n_o$ . -- It is (2). However, no shows the refractive index of an ordinary ray and  $n_{ox}$  and  $n_{oy}$  show the refractive index of the direction of in the field containing an ordinary ray which intersects perpendicularly mutually.

[0064] Here, in the condition of not impressing electric field for a switch 515 to OFF 514, i.e., a macromolecule distribution liquid crystal layer, as shown in drawing 25, since the liquid crystal molecule 517 has turned to various directions, the refractive index of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 to incident light is high, and serves as a strong lens of refractive power. On the other hand, if alternating current electric field are impressed to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 by setting a switch 515 to ON as shown in drawing 27, since orientation of the liquid crystal molecule 517 is carried out so that the direction of a major axis of an index ellipsoid may become parallel to the optical axis of a variable-focus lens 511, a refractive index will become low and it will serve as a weak lens of refractive power.

[0065] In addition, the electrical potential difference impressed to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 can also be changed gradually or continuously with a variable resistor 519, as shown in drawing 28. Since orientation of the liquid crystal molecule 517 is carried out so that the ellipse major axis may become parallel to the optical axis of a variable-focus lens 511 gradually, it can change refractive power gradually or continuously, as applied voltage will become high, if it does in this way.

[0066] Here, average refractive-index  $n_{LC'}$  of the liquid crystal molecule 517 of the condition shown in drawing 25, i.e., the condition of not impressing electric field to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514, is  $1/3 \cdot n_{LC'}$  about  $(n_{ox}+n_{oy}+n_z)$ , when the refractive index of the direction of a major axis of an index ellipsoid is set to  $n_z$ , as shown in drawing 26. It becomes --(3). Moreover, the average refractive index  $n_{LC}$  in case the above-mentioned (2) formula is realized expresses  $n_z$  as the refractive index  $n_e$  of an extraordinary ray, and is  $(2 n_o+n_e)/3 \cdot n_{LC}$ . -- It is given by (4). When the refractive index of the macromolecule with which the refractive index  $n_A$  of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 constitutes the macromolecule cel 518 at this time is set to  $n_P$  and the rate of the volume of the liquid crystal molecule 517 occupied for the volume of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 is set to  $ff$ , it is  $n_A=ff \cdot n_{LC'}+(1-ff) n_P$  by Maxwell Garnett's principle. -- It is given by (5).

[0067] Therefore, as shown in drawing 28, when the radius of curvature of the field inside Lenses 512a and 512b, i.e., the field by the side of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514, is set to  $R_1$  and  $R_2$ , respectively, the focal distance  $f_1$  of a variable-focus lens 511 is  $1/f_1=(n_A-1)(1/R_1-1/R_2)$ . -- It is given by (6). In addition,  $R_1$  and  $R_2$  are taken as forward, when center of curvature is in an image point side. Moreover, the refraction by the field of the outside of Lenses 512a and 512b is removed. That is, the focal distance of the lens only by the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 is given by (6) formulas.

[0068] The average refractive index of an ordinary ray Moreover,  $(n_{ox}+n_{oy})/2=n_o'$  -- The refractive index  $n_B$  of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 of the condition shown in (7), then drawing 27, i.e., the condition of having impressed electric field to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514,  $n_B=ff \cdot n_o'+(1-ff) n_P$  -- The focal distance  $f_2$  of the lens only by the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 in this case since it is given by (8) is  $1/f_2=(n_B-1)(1/R_1-1/R_2)$ . It is given by --(9). In addition, the focal distance in the case of impressing a low electrical potential difference serves as a value between the focal distance  $f_1$  given by (6) formulas, and the focal distance  $f_2$  given by (9) formulas rather than it can set in the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 at drawing 27.

[0069] The rate of change of the focal distance by the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 from the above (6) and (9) types is  $|(f_2-f_1)/f_2|=(n_B-n_A)/(n_B-1)$ . -- It is given by (10). Therefore, what is necessary is just to enlarge  $|n_B-n_A|$ , in order to enlarge this rate of change. Here, it is  $n_B-n_A=ff(n_o'-n_{LC'})$ . -- Since it is (11), if  $|n_o'-n_{LC'}|$  is enlarged, rate of change can be enlarged. Practical, since  $n_B$  is 1.3 to about two, it is  $0.01 \leq |n_o'-n_{LC'}| \leq 10$ . -- Since the focal distance by the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 is changeable 0.5% or more at the time of (12), then  $ff=0.5$ , an effective variable-focus lens can be obtained. In addition,  $|n_o'-n_{LC'}|$  cannot exceed 10 from a limit of the liquid crystal matter.

[0070] Next, the antecedent basis of the upper limit of the above-mentioned (1) formula is explained. "Solar Energy Materials and Solar Cells" 31 volumes, Wilson and Eck, 1993, and the



197-214th of Elsevier Science Publishers B.V. issuance Change of the permeability  $\tau$  when changing the magnitude of macromolecule distribution liquid crystal is shown in a page and "Transmission variation using scattering/transparent switching films." And the 206th of this reference To a page and drawing 6 When the radius of macromolecule distribution liquid crystal is set to  $r$  and it is referred to as  $t = 300$  micrometers,  $ff = 0.5$ ,  $n_P = 1.45$ ,  $n_{LC} = 1.585$ , and  $\lambda = 500\text{nm}$ , permeability  $\tau$  Becoming  $\tau \times 90\%$  at the time of  $r = 5\text{nm}$  ( $D = \lambda/50$ ,  $D - t = \lambda$ , 6 micrometers (however, the same of the unit of  $D$  and  $\lambda$  being said of nm and the following)), and becoming  $\tau \times 50\%$  with a theoretical value, at the time of  $r = 25\text{nm}$  ( $D = \lambda/10$ ) is shown. [0071] Here, if the permeability  $\tau$  in  $t = 150$  micrometers is presumed assuming that permeability  $\tau$  will change with the exponential function of  $t$  if the case of  $t = 150$  micrometers is presumed, it will become  $\tau \times 71\%$  at the time of  $r = 25\text{nm}$  ( $D = \lambda/10$ ,  $D - t = \lambda$ , 15 micrometers). Moreover, in the case of  $t = 75$  micrometers, it becomes  $\tau \times 80\%$  similarly at the time of  $r = 25\text{nm}$  ( $D = \lambda/10$ ,  $D - t = \lambda$ , 7.5 micrometers).

[0072]  $D - t \leq \lambda$  from these results, 15 micrometers -- If it is (13),  $\tau$  will become 70% - 80% or more, and will be used enough as a lens. It follows, for example, in the case of  $t = 75$  micrometers, it is  $D \leq \lambda/5$ , and sufficient permeability will be obtained.

[0073] Moreover, the permeability of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 becomes so good that the value of  $n_P$  is close to the value of  $n_{LC}$ . On the other hand, if it becomes the value from which  $n_0'$  and  $n_P$  differ, the permeability of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 will worsen. It is  $n_P = (n_0' + n_{LC})/2$  that the permeability of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 becomes good on the average in the state of the condition of drawing 25 and drawing 27. -- It is a time of satisfying (14).

[0074] Here, since a variable-focus lens 511 is used as a lens, its higher one where permeability is almost the same is good also in the state of the condition of drawing 25, or drawing 27. for that purpose -- although the ingredient of the macromolecule which constitutes the macromolecule cel 518, and the ingredient of the liquid crystal molecule 517 have a limit -- practical -- no -- ' $n_P \leq n_{LC}$ ' -- (15) -- then, it is good.

[0075] If the above-mentioned (14) formula is satisfied, the above-mentioned (13) formula will be eased further, and they are  $D - t \leq \lambda$  and 60 micrometers. -- What is necessary is just (16). Since a reflection factor is proportional to the square of a refractive-index difference according to Fresnel's reflective rule, the echo of the light in the boundary of the macromolecule and the liquid crystal molecule 517 which constitute the macromolecule cel 518, i.e., reduction of the permeability of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514, is because it is proportional to the square of the difference of the refractive index of the above-mentioned macromolecule and the liquid crystal molecule 517 about.

[0076] The above is  $D - t \leq \lambda$ , 15 micrometers (1.585-1.45), and  $2/(\nu - n_P)^2$ , when it more generally formulizes; although it was the case of  $n_0' \times 1.45$  and  $n_{LC} \times 1.585$ . What is necessary is just --(17). However,  $2(\nu - n_P)$  is the larger one among  $2(n_{LC} - n_P)$  and  $2(n_0' - n_P)$ .

[0077] Moreover, although the one where the value of  $ff$  is larger is good, since the volume of a macromolecule serves as zero and it becomes impossible to form the macromolecule cel 518 in  $ff = 1$  in order to enlarge focal distance change of a variable-focus lens 511, it is  $0.1 \leq ff \leq 0.999$ . -- It is referred to as (18). On the other hand, since  $\tau$  improves so that  $ff$  is small, the above-mentioned (17) formula is  $4 \times 10^{-6} [\mu\text{m}]^2 \leq D - t \leq \lambda$ , 45 micrometers (1.585-1.45), and  $2/(\nu - n_P)^2$  preferably. -- It is referred to as (19). In addition, since it is  $t = D$ , and  $D$  is 2nm or more as mentioned above so that clearly [ the lower limit of  $t$  ] from drawing 25, the lower limit of  $D - t$  becomes  $2(2 \times 10$  to 3 micrometer),  $4 \times 10^{-6} [\mu\text{m}]^2$  [ i.e., ].

[0078] In addition, that the approximation which expresses the optical property of the matter with a refractive index is realized is the case that  $D$  is larger than 10nm - 5nm as indicated by the 58th page of Mukai [ "whom an Iwanami science library 8 asteroid comes" ] right work, 1994, and the Iwanami Shoten issuance. Moreover, if  $D$  exceeds  $500\lambda$ , since dispersion of the light in the interface of the macromolecule and the liquid crystal molecule 517 which dispersion of light becomes geometric and constitute the macromolecule cel 518 will increase according to Fresnel's reflective type,  $D$  is  $7\text{nm} \leq D \leq 500\lambda$  practical. -- It is referred to as (20).

[0079] Drawing 29 shows the configuration of the image pick-up optical system for the digital cameras using the variable-focus lens 511 shown in drawing 28. In this image pick-up optical



system, image formation of the objective (not shown) image is carried out through drawing 521, a variable-focus lens 511, and a lens 522 on the solid state image pickup device 523 which consists of CCD. In addition, the graphic display of a liquid crystal molecule is omitted in drawing 37.

[0080] According to this image pick-up optical system, the alternating voltage impressed to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 of a variable-focus lens 511 with a variable resistor 519 is adjusted, and it becomes more possible [ without moving a variable-focus lens 511 and a lens 522 in the direction of an optical axis ] than changing the focal distance of a variable-focus lens 511 to make it focus continuously to the object distance from infinite distance to 600mm for example.

[0081] Drawing 30 is drawing showing the configuration of an example of an adjustable focal diffracted-light study component applicable to the camera of this invention. The 1st transparence substrate 532 which has the 1st and 2nd field 532a and 532b where this adjustable focal diffracted-light study component 531 is parallel. It has the 2nd transparence substrate 533 which has the 3rd field 533a and 4th flat field 533b in which the ring-like diffraction grating of the shape of a cross-section serration wave which has the channel depth of the wavelength order of light was formed, and outgoing radiation of the incident light is carried out through the 1st and 2nd transparence substrate 532,533. Between the 1st and 2nd transparence substrate 532,533, the giant-molecule distribution liquid crystal layer 514 is similarly formed through transparent electrodes 513a and 513b with drawing 25 having explained, transparent electrodes 513a and 513b are connected to AC power supply 516 through a switch 515, and it is made to impress alternating current electric field to the giant-molecule distribution liquid crystal layer 514.

[0082] The beam of light which carries out incidence to the adjustable focal diffracted-light study component 531 in this configuration is  $\sin\theta = \lambda / p$ , when the grid pitch of 3rd field 533a is set to  $p$  and  $m$  is made into an integer. Outgoing radiation only of the include angle  $\theta$  which fills --(21) is deflected and carried out. Moreover, when the refractive index of  $h$  and the transparence substrate 33 is set to  $n_3$  for a channel depth and  $k$  is made into an integer, it is  $h(n_A - n_3) = \lambda$ . -- (22)  $h(n_B - n_3) = k\lambda$  -- If (23) is filled, diffraction efficiency becomes 100% on wavelength  $\lambda$ , and generating of the flare can be prevented.

[0083] Here, it is  $h(n_A - n_B) = (m - k)\lambda$  when the difference of the both sides of the above (22) and (23) types is searched for. -- (24) is obtained. If [ follow, for example, ]  $\lambda = 500\text{nm}$ ,  $n_A = 1.55$ , and  $n_B = 1.5$ , it will be set to  $0.05h = (m - k)$  and  $500\text{nm}$ , and it will be set to  $h = 10000\text{nm} = 10\text{ micrometers}$  if  $m = 1$  and  $k = 0$ . In this case, the refractive index  $n_3$  of the transparence substrate 533 should just be  $n_3 = 1.5$  from the above-mentioned (22) formula. Moreover, if the grid pitch  $p$  in the periphery of the adjustable focal diffracted-light study component 531 is set to  $10\text{ micrometers}$ , it becomes  $\theta \approx 2.87\text{ degrees}$  and the  $f$  number can obtain the lens of 10.

[0084] Since this adjustable focal diffracted-light study component 531 changes the optical path length by turning on and off of the applied voltage to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514, it can be used for the flux of light of a lens system arranging for example, into the part which is not parallel, and performing focus adjustment, or can be used for changing the focal distance of the whole lens system etc.

[0085] In addition, it sets in this operation gestalt and the above-mentioned (22) - (24) type is  $0.7\lambda \leq h(n_A - n_3) \leq 1.4\lambda$  practically. -- (25)  $0.7k\lambda \leq h(n_B - n_3) \leq 1.4k\lambda$  -- (26)  $0.7(m - k)\lambda \leq h(n_A - n_B) \leq 1.4(m - k)\lambda$  -- What is necessary is just to fill (27).

[0086] Moreover, there is also a variable-focus lens using a twist pneumatic liquid crystal. Drawing 31 and drawing 32 are what shows the configuration of the adjustable focal glasses 550 in this case. A variable-focus lens 551 Lenses 552 and 553 and the orientation film 539a and 539b prepared through transparent electrodes 513a and 513b, respectively on the inner surface of these lenses. The twist pneumatic liquid crystal layer 554 prepared between these orientation film is had and constituted, the transparent electrodes 513a and 513b are connected to AC power supply 516 through a variable resistor 519, and it is made to impress alternating current electric field to the twist pneumatic liquid crystal layer 554.

[0087] In this configuration, if the electrical potential difference impressed to the twist pneumatic liquid crystal layer 554 is made high, the liquid crystal molecule 555 serves as a homeotropic orientation, as shown in drawing 32, compared with the case where it is in the twist pneumatic condition that the applied voltage shown in drawing 31 is low, the refractive index of the twist

pneumatic liquid crystal layer 554 will become small, and a focal distance will become long.

[0088] Here, since it is necessary to make it sufficiently small in same extent compared with the wavelength  $\lambda$  of light, the spiral pitch  $P$  of the liquid crystal molecule 555 in the twist pneumatic condition shown in drawing 31 is  $2\text{ nm} < P < 2\lambda/3$ , for example. -- It is referred to as (28). In addition, the lower limit of this condition is decided by liquid crystal molecular size, and it is the value which needs a upper limit in order that the twist pneumatic liquid crystal layer 554 may act as an isotropic medium in the state of drawing 31 when incident light is the natural light, and if the conditions of this upper limit are not fulfilled, a variable-focus lens 551 will turn into a lens from which a focal distance differs according to the polarization direction, and only the image which this accumulated, and the double image was formed and faded will be obtained.

[0089] Drawing 33 (a) shows the configuration of adjustable angle-of-deviation prism applicable to the camera of this invention. This adjustable angle-of-deviation prism 561 has the 1st transparence substrate 562 by the side of the incidence which has the 1st and 2nd field 562a and 562b, and the 2nd parallel plate-like transparence substrate 563 by the side of the outgoing radiation which has the 3rd and 4th field 563a and 563b. Inner surface (2nd field) 562b of the transparence substrate 562 by the side of incidence is formed in the shape of Fresnel, and forms the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 through transparent electrodes 513a and 513b similarly with drawing 25 having explained between this transparence substrate 562 and the transparence substrate 563 by the side of outgoing radiation. It connects with AC power supply 516 through a variable resistor 519, and transparent electrodes 513a and 513b impress alternating current electric field to the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 by this, and control the angle of deviation of the light which penetrates the adjustable angle-of-deviation prism 561. In addition, in drawing 33 (a), although inner surface 562b of the transparence substrate 562 was formed in the shape of Fresnel, as shown in drawing 33 (b), it can also form in the shape of [ which could also form in the shape of / which has the inclined plane which made the inner surface of the transparence substrates 562 and 563 incline relatively / usual / prism, or was shown in drawing 30 ] a diffraction grating, for example. In forming in the shape of a diffraction grating, the above-mentioned (21) - (27) type is applied similarly.

[0090] The adjustable angle-of-deviation prism 561 of this configuration can be effectively used as objects for the Bure prevention, such as a TV camera, a digital camera, a film camera, and a binocular. In this case, in order to raise the engine performance further, as the deflection direction is changed, for example, two adjustable angle-of-deviation prism 561 is shown in drawing 34, it is desirable, although considering as the vertical direction is desirable as for the refraction direction (the deflection direction) of the adjustable angle-of-deviation prism 561 to arrange so that angle of refraction may be changed towards the upper and lower sides and right and left intersecting perpendicularly. In addition, the graphic display of a liquid crystal molecule is omitted in drawing 33 and drawing 34.

[0091] Drawing 35 shows the adjustable focal mirror as a variable-focus lens applicable to the camera of this invention. This adjustable focal mirror 565 has the 1st transparence substrate 566 which has the 1st and 2nd field 566a and 566b, and the 2nd transparence substrate 567 which has the 3rd and 4th field 567a and 567b. It forms plate-like or in the shape of a lens, and transparent electrode 513a is prepared in inner surface (2nd field) 566b, and the 2nd transparence substrate 567 forms inner surface (3rd field) 567a in the shape of a concave surface, and the 1st transparence substrate 566 gives the reflective film 568 on this concave surface, and prepares transparent electrode 513b on this reflective film 568 further. Between transparent electrode 513a and 513b, the giant-molecule distribution liquid crystal layer 514 is similarly formed with drawing 25 having explained, these transparent electrodes 513a and 513b are connected to AC power supply 516 through a switch 515 and a variable resistor 519, and it is made to impress alternating current electric field to the giant-molecule distribution liquid crystal layer 514. In addition, the graphic display of a liquid crystal molecule is omitted in drawing 35.

[0092] According to this configuration, since the beam of light which carries out incidence from the transparence substrate 566 side serves as an optical path which turns up the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 with the reflective film 568, while being able to give an operation of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 twice, the focal location of the reflected light is changeable by changing the applied voltage to the macromolecule distribution

liquid crystal layer 514. In this case, since the beam of light which carried out incidence to the adjustable focal mirror 565 penetrates the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 twice, then each above-mentioned formula can be similarly used for it for the twice of the thickness of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514. In addition, the inner surface of the transparence substrates 566 or 567 can be made into the shape of a diffraction grating as shown in drawing 30, and thickness of the macromolecule distribution liquid crystal layer 514 can also be made thin. If it does in this way, there is an advantage which can lessen the scattered light more.

[0093] In addition, although it was made to impress alternating current electric field to liquid crystal in the above explanation, using AC power supply 516 as a power source in order to prevent degradation of liquid crystal, direct-current electric field can be impressed to liquid crystal using DC power supply. Moreover, it is good also by changing frequency or the temperature of liquid crystal in the frequency of the electric field applied to liquid crystal as an approach of changing the direction of a liquid crystal molecule, besides changing an electrical potential difference, and the strength of the magnetic field applied to liquid crystal. In the operation gestalt shown above, macromolecule distribution liquid crystal is not liquefied, and since there is also a thing near a solid-state, one side of the transparence substrate [ in / on the other hand / the transparence substrate / in / on the other hand / drawing 33 (a) / 563 of the transparence substrate 532, a lens 538 and a lens 552,553 and drawing 33 (b) ] 562,563 of Lenses 512a and 512b and one side of the transparence substrate 566,567 may not be in that case.

[0094] Drawing 36 is an outline block diagram of the image pick-up unit 141 using a variable-focus lens 140 applied to a pan applicable to the camera of this invention at other examples. The image pick-up unit 141 can be used as an image pick-up system of this invention. The lens 102 and the variable-focus lens 140 constitute the image pick-up lens from this example. And the image pick-up unit 141 consists of this image pick-up lens and solid state image pickup device 408. A variable-focus lens 140 is with the transparence member 142 and the soft transparence matter 143, such as synthetic resin with piezoelectric, and is constituted on both sides of the fluid or the jelly-like matter 144 which penetrates light.

[0095] As a fluid or jelly-like matter 144, a silicone oil, India rubber, jelly, water, etc. can be used. The transparent electrode 145 is formed in both sides of the transparence matter 143, by applying an electrical potential difference through circuit 103', the transparence matter 143 deforms according to the piezo-electric effect of the transparence matter 143, and the focal distance of a variable-focus lens 140 changes. Therefore, according to this example, a focus is made without moving optical system by a motor etc., even when the object distance changes, and small, a light weight, and power consumption are excellent in few points.

[0096] In addition, it is the cylinder in which 145 accumulate a transparent electrode among drawing 36, and 146 accumulates a fluid. Moreover, as construction material of the transparence matter 143, giant-molecule piezo electric crystals, such as polyurethane, silicone rubber, an acrylic elastomer, PZT, PLZT, and polyvinylidene fluoride (PVDF), a cyanidation vinylidene copolymer, the copolymer of vinylidene fluoride and trifluoro ethylene, etc. are used. If the organic material which has piezoelectric, the synthetic resin which has piezoelectric, the elastomer which has piezoelectric, etc. are used, big deformation of a variable-focus lens side is realized. It is good for a variable-focus lens to use a transparent piezoelectric material.

[0097] In addition, in the example of drawing 36, instead of forming SHIRINNDA 146, a variable-focus lens 140 may be made into the structure which formed the exchange member 147 and omitted the cylinder 146, as shown in drawing 37. The exchange member 147 sandwiches a transparent electrode 145 in between, and is fixing some circumference parts of the transparence matter 143. A cylinder 146 becomes unnecessary, in order according to this example to deform so that the volume of the variable-focus lens 140 whole may not change as shown in drawing 38 even if the transparence matter 143 deforms by applying an electrical potential difference to the transparence matter 143. In addition, among drawing 37 and 38, 148 are a deformable member and are made of synthetic resin or a metal of the shape of an elastic body and an accordion partition etc.

[0098] If an electrical potential difference is impressed to reverse in the example shown in drawing 36 and drawing 37, since the transparence matter 143 deforms into the reverse sense, it can also

be made a concave lens. In addition, when using an electrostriction ingredient, for example, an acrylic elastomer, silicone rubber, etc. for the transparence matter 143, it is good to make the transparence matter 143 into the structure which stuck the transparence substrate and the electrostriction ingredient.

[0099] Drawing 39 is the outline block diagram of the variable-focus lens 162 which takes a fluid 161 in and out by the micropump 160, and is made to transform a lens side concerning the example of further others of a variable-focus lens applicable to the camera of this invention. A micropump 160 is a small pump made with the technique of a micro machine, and it is constituted so that it may move by power. The fluid 161 is inserted between the transparence substrate 163 and the elastic body 164. 165 are a transparence substrate for protecting an elastic body 164, and it is not necessary to prepare them among drawing 39. As an example of the pump made with the technique of a micro machine, there are a thing using heat deformation, a thing using piezoelectric material, a thing using electrostatic force, etc.

[0100] And what is necessary is just to use two micropumps 180 as shown by drawing 24 like the micropump 160 used for the variable-focus lens shown in drawing 39.

[0101] In addition, in the variable-focus lens using electrostatic force and the piezo-electric effect etc., high tension may be needed for actuation. In that case, it is good to constitute a control system using the transformer for pressure up, or a piezoelectric transformer. If especially a laminating mold piezoelectric transformer is used, you do small.

[0102] Drawing 40 is other examples of an optical property adjustable optical element applicable to the camera of this invention, and is the outline block diagrams of the variable-focus lens 201 using piezoelectric material 200. The same ingredient as the transparence matter 143 is used for piezoelectric material 200, and piezoelectric material 200 is formed on the transparent and soft substrate 202. In addition, it is desirable to use synthetic resin and an organic material for a substrate 202. In this example, by applying an electrical potential difference to piezoelectric material 200 through two transparent electrodes 59, piezoelectric material 200 deforms and has the operation as a convex lens in drawing 40.

[0103] The form of a substrate 202 is beforehand formed in convex. In addition, and the inside of two transparent electrodes 59, When the magnitude of one [ at least ] electrode was changed with the substrate 202, for example, one transparent electrode 59 was made smaller than a substrate 202 and an electrical potential difference is cut As shown in drawing 41, only the predetermined part which two transparent electrodes 59 counter deforms into a concave, and comes to have an operation of a concave lens, and it operates as a variable-focus lens. At this time, since a substrate 202 deforms so that the volume of a fluid 161 may not change, it has the merit that a liquid pool 168 becomes unnecessary.

[0104] In this example, some substrates holding a fluid 161 are made to deform with piezoelectric material, and a big merit is in the place which made the liquid pool 168 unnecessary. In addition, although it is being able to say also to the example of drawing 39, the transparence substrate 163,165 may be constituted as a lens, or may consist of flat surfaces.

[0105] Drawing 42 is the example of further others of an optical property adjustable optical element applicable to the camera of this invention, and is the outline block diagram of the variable-focus lens using the sheet metal 200A and 200B of two sheets which consists of piezoelectric material. The variable-focus lens of this example is reversing the directivity of the ingredient of sheet metal 200A and 200B, enlarges deformation and has the merit that a big adjustable focusing range is obtained. In addition, 204 are the transparence substrate of a lens configuration among drawing 42. Also in this example, the transparent electrode 59 on the right-hand side of space is formed smaller than a substrate 202.

[0106] In addition, in the example of drawing 40 - drawing 42, thickness of a substrate 202 and sheet metal 200,200A and 200B may be made into an ununiformity, the deformation when applying an electrical potential difference may carry out, and a way may be controlled. If it is made such, aberration amendment of a lens etc. can be carried out and it is convenient.

[0107] Drawing 43 is the outline block diagram showing the example of further others of a variable-focus lens applicable to the camera of this invention. The variable-focus lens 207 of this example is constituted using the electrostriction ingredients 206, such as silicone rubber and an acrylic elastomer. Since the electrostriction ingredient 206 will be extended in the vertical

direction and will be shrunken by the longitudinal direction as shown in drawing 44 if according to the configuration of this example it acts as a convex lens and an electrical potential difference is raised as shown in drawing 43 when an electrical potential difference is low, a focal distance is extended. Therefore, it operates as a variable-focus lens. According to the variable-focus lens of this example, since a large power source is not needed, there is a merit that power consumption is small and ends.

[0108] Drawing 45 is the example of further others of an optical property adjustable optical element applicable to the camera of this invention, and is the outline block diagram of the variable-focus lens using the photograph NIKARU effectiveness. The azobenzene 210 is inserted with the transparence elastic body 208,209, and ultraviolet radiation is irradiated to the variable-focus lens 214 of this example by the azobenzene 210 via the transparent spacer 211. Main wavelength of 212,213 is sources of ultraviolet radiation, such as  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  [ LED ], for example, ultraviolet, and ultraviolet semiconductor laser, among drawing 45, respectively.

[0109] In this example, if main wavelength is irradiated by the azobenzene of the trans form which the ultraviolet radiation of  $\lambda_1$  shows to drawing 46 (a), an azobenzene 210 will change to the cis form shown in drawing 46 (b), and the volume will decrease. For this reason, the configuration of a variable-focus lens 214 becomes thin, and a convex lens operation decreases. On the other hand, the ultraviolet radiation of  $\lambda_2$  will change from a cis form to trans form, if main wavelength is irradiated by the azobenzene 210 of a cis form, and the volume increases an azobenzene 210. For this reason, the configuration of a variable-focus lens 214 becomes thick, and a convex lens operation increases it. Thus, the optical element 214 of this example acts as a variable-focus lens. Moreover, in a variable-focus lens 214, since ultraviolet radiation carries out total reflection in an interface with the air of the transparence elastic body 208,209, light does not leak outside, but it is efficient.

[0110] In the variable-focus lens of each example described above, transparent electrodes 145, 59,508a, 509a, 513a, and 513b etc. may be divided into plurality. And focus doubling of optical equipment, a zoom, and not only variable power but deflection amendment, compensation of lowering of the optical-character ability by the manufacture error, amendment of aberration, etc. are attained by applying an electrical potential difference which is different in each of the divided transparent electrode.

[0111] Next, the example of division of the transparent electrode used for a variable-focus lens applicable to the camera of this invention is explained using drawing 47 -50. The example of drawing 47 shows the example which divided the transparent electrode 600 concentrically. The width of face of the zona orbicularis is narrow, so that it goes to a periphery. This is for making aberration easy to amend.

[0112] The example of drawing 48 is what divided the zona orbicularis further, and contains the part divided so that the borderlines of an electrode may gather for every three point [ one ]. If it does in this way, since the configuration of piezoelectric material 200 will change smoothly, a lens with little aberration is obtained.

[0113] The example of drawing 49 is what divided the transparent electrode 600 into six square shapes, and contains the part divided so that the borderlines of an electrode may gather by every three point [ one ] for the same reason as the above.

[0114] In addition, it is more advantageous on aberration amendment to make into the almost same area drawing 48, each electrodes 600A and 600B divided in the example of 49, respectively, and 600C.... For this reason, the surface ratio of an electrode with the largest area and an electrode with the smallest area is good to hold down to less than 100:1 among the divided electrodes. Moreover, like drawing 47 and the example of 48 and 49, in the case of a circular lens, the array of electrode division will become advantageous especially on aberration amendment, if electrode 600A of center of symmetry is wrapped. Moreover, you may make it the angle which the borderline of the transparent electrode gathering in one point makes mutually become larger than 90 degrees. Moreover, division of an electrode may be made into the shape of a grid as shown in the example of drawing 50. If it is made such a division gestalt, there is a merit that it can manufacture easily.

[0115] Moreover, in order to fully amend the aberration or the deflection of optical system In order more ones are good and to amend secondary aberration, the number of the transparence division

electrode 600 At least seven division electrodes, In order to amend the 3rd aberration, to amend at least nine division electrodes and the 4th aberration, to amend at least 13 division electrodes and the 5th aberration and to amend at least 16 division electrodes and the 7th aberration, at least 25 division electrodes are needed. In addition, secondary aberration is the component of the 2-way of the x directions of a tilt, astigmatism, and comatic aberration, and the direction of y. However, with the goods of low cost, if there are three division electrodes also at the lowest, big aberration or a big deflection can be amended.

[0116] Finally, the definition of the vocabulary used by this invention is described.

[0117] Optical equipment is equipment containing optical system or an optical element. It is not necessary to function with an optical equipment simple substance. That is, some equipments may be used.

[0118] Image pick-up equipment, observation equipment, a display, a lighting system, a signal processor, etc. are contained in optical equipment.

[0119] As an example of image pick-up equipment, there are the eye of a film camera, a digital camera, and a robot, a lens exchange type digital single-lens reflex camera, a television camera, an animation recording device, an electronic animation recording device, a camcorder, a VTR camera, an electronic endoscope, etc. Each of a digital camera, a card mold digital camera, television cameras, VTR cameras, animation record cameras, etc. is examples of electronic image pick-up equipment.

[0120] As an example of observation equipment, there are a microscope, a telescope, glasses, a binocular, a magnifier, a fiberscope, a finder, a view finder, etc.

[0121] As an example of an indicating equipment, there are a liquid crystal display, a view finder, a game machine (PlayStation by Sony Corp.), a video projector, a liquid crystal projector, a head wearing mold image display device (head mounted display:HMD), PDA (Personal Digital Assistant), a cellular phone, etc.

[0122] As an example of a lighting system, there are a stroboscope of a camera, a headlight of an automobile, the endoscope light source, the microscope light source, etc.

[0123] As an example of a signal processor, there are a cellular phone, a personal computer, a game machine, reading and the write-in equipment of an optical disk, an arithmetic unit of an optical computer, etc.

[0124] An image sensor points out CCD, the camera tube, a solid state image pickup device, a photographic film, etc. Moreover, a plane-parallel plate shall be contained in one of the prism. Change of a diopter shall be included in change of an observer. Blurring of change of the object distance used as a photographic subject, migration of a body, a motion of a body, an oscillation, and a body etc. shall be included in change of a photographic subject.

[0125] The definition of an extended curved surface is as follows. The spherical surface which carried out eccentricity to the optical axis besides the spherical surface, a flat surface, and the symmetry-of-revolution aspheric surface, a flat surface, the symmetry-of-revolution aspheric surface or the aspheric surface that has plane of symmetry, the aspheric surface which has only one plane of symmetry, the aspheric surface without plane of symmetry, the free sculptured surface, the point in which differential is impossible, the field which has a line may have what kind of form. What is necessary is just the field which can have a certain effect on light also by the reflector or the refracting interface. In this invention, these will be generically called an extended curved surface.

[0126] With an optical property adjustable optical element, a variable-focus lens, an adjustable configuration mirror, the polarizing prism that changes a field configuration, vertical-angle adjustable prism and the adjustable diffracted-light study component which changes an optical deflection operation, i.e., adjustable HOE, adjustable [ DOE ], etc. are included.

[0127] An adjustable lens from which a focal distance does not change but the amount of aberration changes shall also be included in a variable-focus lens. The same is said of an adjustable configuration mirror. In short, that from which an optical deflection operation of the echo of light, refraction, diffraction, etc. may change is called an optical property adjustable optical element by the optical element.

[0128] An information sender points out the equipment which can input a certain information on remote control of a cellular phone, a fixed telephone, a game machine, television, a radio cassette

recorder, a stereo, etc., the keyboard of a personal computer and a personal computer, a mouse, a touch panel, etc., and can be transmitted. The television monitor which image pick-up equipment attached, the monitor of a personal computer, and a display shall also be included. An information sender is contained in a signal processor.

[0129] As explained above, the camera using the adjustable configuration mirror of this invention is equipped also with the description as shown in the degree other than invention indicated by the claim.

[0130] (1) An image pick-up means to acquire a picture signal from the image by which image formation was carried out through the taking lens, The exposure control means which performs control which includes actuation control of said image pick-up means by exposure actuation based on photography conditions, The adjustable configuration mirror which comes to have the reflector which deforms with electrostatic attraction, and the electrode which controls the configuration of this reflector, A current supply means to supply the power source for driving said letter mirror of good deformation, and the driving means which drives said letter mirror of good deformation, The camera using the adjustable configuration mirror characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means when it has a means to drive said taking lens, and said taking lens is driving or exposure control by said exposure control means is performed.

[0131] (2) An image pick-up means to acquire a picture signal from the image by which image formation was carried out through the taking lens, The exposure control means which performs control which includes actuation control of said image pick-up means by exposure actuation based on photography conditions, The adjustable configuration mirror which comes to have the reflector which deforms according to electromagnetic force, and the electrode which controls the configuration of this reflector, A current supply means to supply the power source for driving said letter mirror of good deformation, and the driving means which drives said letter mirror of good deformation, The camera using the adjustable configuration mirror characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means when it has a means to drive said taking lens, and said taking lens is driving or exposure control by said exposure control means is performed.

[0132] (3) An image pick-up means to acquire a picture signal from the image by which image formation was carried out through the taking lens, The exposure control means which performs control which includes actuation control of said image pick-up means by exposure actuation based on photography conditions, The adjustable configuration mirror which comes to have the reflector which deforms according to the piezo-electric effect, and the electrode which controls the configuration of this reflector, A current supply means to supply the power source for driving said letter mirror of good deformation, and the driving means which drives said letter mirror of good deformation, The camera using the adjustable configuration mirror characterized by driving said letter mirror of good deformation by said driving means when it has a means to drive said taking lens, and said taking lens is driving or exposure control by said exposure control means is performed.

[0133] (4) said -- good -- deformation -- \*\* -- a mirror -- a photographic subject -- distance -- measuring -- ranging -- the section -- ranging -- \*\* -- light -- floodlighting -- an optical path -- inside -- having prepared -- things -- the description -- \*\* -- carrying out -- a claim -- one -- four -- the above -- (-- one --) - (-- three --) -- either -- a publication -- adjustable -- a configuration -- a mirror -- having used -- a camera .

[0134] (5) The camera using an adjustable configuration mirror given in claims 1-4 characterized by forming said letter mirror of good deformation in the taking-lens system constituted with the taking lens, or above-mentioned (1) - (3).

[0135] (6) The camera using an adjustable configuration mirror given in the above (5) characterized by being made [ be / it / under / by the ranging section which measures the distance of a photographic subject / ranging processing / also setting ] as [ perform / current supply by said current supply means, or actuation by said driving means ].

[0136]

[Effect of the Invention] According to this invention, in order not to drive an adjustable configuration mirror, a burden is not placed on during lens actuation and exposure actuation to an electrical power system. Moreover, in order not to drive an adjustable configuration mirror during

stroboscope charge, even when carrying out a stroboscope activity, a burden is not placed on it to an electrical power system. Furthermore, in order not to drive an adjustable configuration mirror in image pick-up data logging, it does not have an adverse effect on data-logging actuation. In the processing of those other than photography mode, since an adjustable configuration mirror is not driven, the part power saving actuation can be carried out further again. Therefore, according to this invention, even when an adjustable configuration mirror is applied to a camera, the burden to an electrical power system can be made to be able to mitigate, and actuation can be stabilized.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the system-outline block diagram of the camera using the adjustable configuration mirror concerning 1 operation gestalt of this invention.
- [Drawing 2] It is the block diagram of the power circuit section which performs the arrangement relation and armature-voltage control of an electrode which constitute the adjustable configuration mirror used for the camera of this operation gestalt.
- [Drawing 3] It is a timing chart when driving the electrode divided into the plurality of the adjustable configuration mirror used for the camera of this operation gestalt.
- [Drawing 4] It is the explanatory view showing the polar zone of the adjustable configuration mirror used for the camera of this operation gestalt, and the side elevation showing the deformation condition of the up electrode 201 which shows (a) - (e) in drawing 2 , (f), and (g) are the top views showing the arrangement configuration of the lower electrode 202 shown in drawing 2 .
- [Drawing 5] In the camera of this operation gestalt, it is the explanatory view showing the example which used the adjustable configuration mirror for the ranging section.
- [Drawing 6] It is the flow chart which shows the actuation control at the time of the photography in the camera using the adjustable configuration mirror of this operation gestalt.
- [Drawing 7] It is the flow chart of the ranging processing in the camera using the adjustable configuration mirror of this operation gestalt.
- [Drawing 8] In the camera of this operation gestalt, it is the outline block diagram showing an example which used the adjustable configuration mirror for the image pick-up section.
- [Drawing 9] In the camera of this operation gestalt, it is the outline block diagram showing other examples which used the adjustable configuration mirror for the image pick-up section.
- [Drawing 10] It is the outline block diagram of the Kevlar type finder of the digital camera using an optical property mirror concerning other examples of the camera of this invention.
- [Drawing 11] It is the outline block diagram showing other examples of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention.
- [Drawing 12] It is the explanatory view showing one gestalt of the electrode used for the adjustable configuration mirror of the example of drawing 11 .
- [Drawing 13] It is the explanatory view showing other gestalten of the electrode used for the adjustable configuration mirror of the example of drawing 11 .
- [Drawing 14] It is the outline block diagram showing the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention.
- [Drawing 15] It is the outline block diagram showing the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention.
- [Drawing 16] It is the outline block diagram showing the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention.
- [Drawing 17] It is the explanatory view showing the condition of the volume consistency of the thin film coil 427 in the example of drawing 16 .
- [Drawing 18] It is the outline block diagram showing the example of further others of the adjustable configuration mirror 409 applicable to the camera of this invention.
- [Drawing 19] It is the explanatory view showing the example of 1 arrangement of the coil 427 in the example of drawing 18 .
- [Drawing 20] It is the explanatory view showing other examples of arrangement of the coil 427 in

the example of drawing 18 .

[Drawing 21] In the example shown in drawing 16 , it is the explanatory view showing arrangement of the permanent magnet 426 which is suitable when arrangement of a coil 427 is shown in drawing 20 .

[Drawing 22] It is the outline block diagram of an image pick-up system used for the image pick-up system using the adjustable configuration mirror 409 applicable to a camera concerning the example of further others of this invention, for example, the digital camera of a cellular phone, a capsule endoscope, an electronic endoscope, the digital camera for personal computers, the digital camera for PDA, etc.

[Drawing 23] It is the outline block diagram of the adjustable configuration mirror 188 which takes a fluid 161 in and out by the micropump 180, and is made to transform a lens side concerning the example of further others of an adjustable configuration mirror applicable to the camera of this invention.

[Drawing 24] It is the outline block diagram showing one example of a micropump applicable to the camera of this invention.

[Drawing 25] It is drawing showing the theoretic configuration of a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 26] It is drawing showing the index ellipsoid of an optically uniaxial pneumatic liquid crystal molecule.

[Drawing 27] It is drawing showing an impression condition for electric field in the macromolecule distribution liquid crystal layer shown in drawing 25 .

[Drawing 28] It is drawing showing the configuration of an example in the case of making adjustable applied voltage to the macromolecule distribution liquid crystal layer shown in drawing 25 .

[Drawing 29] It is drawing showing the configuration of an example of the image pick-up optical system for digital cameras using a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 30] It is drawing showing the configuration of an example of an adjustable focal diffracted-light study component applicable to the camera of this invention.

[Drawing 31] It is drawing showing the configuration of the adjustable focal glasses which have a variable-focus lens using a twist pneumatic liquid crystal.

[Drawing 32] It is drawing showing the orientation condition of the liquid crystal molecule when making high applied voltage to the twist pneumatic liquid crystal layer shown in drawing 31 .

[Drawing 33] It is drawing showing the configuration of two examples of adjustable angle-of-deviation prism applicable to the camera of this invention.

[Drawing 34] It is drawing for explaining the activity mode of the adjustable angle-of-deviation prism shown in drawing 33 .

[Drawing 35] It is drawing showing the configuration of an example of the adjustable focal mirror as a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 36] It is the outline block diagram of the image pick-up unit 141 using a variable-focus lens 140 applied to a pan applicable to the camera of this invention at other examples.

[Drawing 37] It is the explanatory view showing the modification of the variable-focus lens in the example of drawing 36 .

[Drawing 38] It is the explanatory view showing the condition that the variable-focus lens of drawing 35 deformed.

[Drawing 39] It is the outline block diagram of the variable-focus lens 162 which takes a fluid 161 in and out by the micropump 160, and is made to transform a lens side concerning the example of further others of a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 40] It is other examples of an optical property adjustable optical element applicable to the camera of this invention, and is the outline block diagram of the variable-focus lens 201 using piezoelectric material 200.

[Drawing 41] It is the condition explanatory view of the variable-focus lens concerning the modification of drawing 40 .

[Drawing 42] It is the example of further others of an optical property adjustable optical element applicable to the camera of this invention, and is the outline block diagram of the variable-focus lens using the sheet metal 200A and 200B of two sheets which consists of piezoelectric material.

[Drawing 43] It is the outline block diagram showing the example of further others of a variable-

focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 44] It is the condition explanatory view of the variable-focus lens concerning the example of drawing 43 .

[Drawing 45] It is the example of further others of an optical property adjustable optical element applicable to the camera of this invention, and is the outline block diagram of the variable-focus lens using the photograph NIKARU effectiveness.

[Drawing 46] It is the explanatory view showing the structure of the azobenzene used for the variable-focus lens concerning the example of drawing 45 , and (a) shows trans form and (b) shows the cis form.

[Drawing 47] It is the explanatory view showing the example of 1 division of the transparent electrode used for a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 48] It is the explanatory view showing other examples of division of the transparent electrode used for a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 49] It is the explanatory view showing the example of division of further others of the transparent electrode used for a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Drawing 50] It is the explanatory view showing the example of division of further others of the transparent electrode used for a variable-focus lens applicable to the camera of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Image Pick-up Lens System
- 2 Lens Actuator
- 3 Image Sensor
- 4 Image Pick-up Circuit
- 5 Photometry Circuit
- 6 A/D Converter
- 7 Buffer Memory
- 8 Stroboscope Luminescence Circuit
- 9 Mode LCD
- 10 Actuation Switch
- 11 42,188 Adjustable configuration mirror
- 12 Actuation Power Supply Section of Adjustable Configuration Mirror (Power Circuit)
- 13 System Controller
- 14 EEPROM
- 15 Data Compression / Extension Circuit
- 16 1/F
- 17 External 1/F
- 18 Video Memory
- 19 RISC Mold Microchip
- 20 DSP21 (Digital Signal Processor) <BR> Up Electrode
- 22 Lower Electrode
- 23 Reflector
- 24 Armature-voltage Control Circuit Section
- 25 Armature-voltage Control Transistor
- 26 Control Circuit
- 27 Timing Generating Circuit
- 28 Transistor for Switching
- 31 Infrared Emitting Diode
- 32 Reflecting Mirror
- 33 Floodlighting Lens
- 34 Aperture for Floodlighting
- 35 Light-receiving Aperture
- 36 Light-receiving Lens
- 37 Electric Eye
- 41, 51,102,512a, 512b, 522,537,538 lenses
- 43 53 Lens group
- 44 54 Infrared cut-off filter

45 55 Low pass filter  
46,408,523,529 Solid state image pickup device  
52 Strange Adjustable Configuration Mirror with Good Inclination  
59,145,513a, 513b, 600 Transparent electrode  
103 Control System  
103' Circuit  
104,141 Image pick-up unit  
140, 162, 201, 207,214,511,527 variable-focus lenses  
142 Transparence Member  
143 Transparence Matter with Piezoelectric  
144 Fluid or Jelly-like Matter  
146 Cylinder  
147 Exchange Member  
148 Deformable Member  
160,180 Micropump  
161 Fluid  
163, 165, 204, 532, 533, a 562,563,566,567 transparence substrate  
164 Elastic Body  
168 Liquid Pool  
181 Diaphragm  
182,183,409b, 409d Electrode  
184,185 Valve  
189 Reflective Film  
200 Piezoelectric Material  
200A, 200B Sheet metal  
202 Substrate Soft at Transparence  
206,409c-2 Electrostriction ingredient  
208,209 Transparence elastic body  
210 Azobenzene  
211 Spacer  
212,213 Source of ultraviolet radiation  
403 Image Pick-up Lens  
404 Prism  
405 2 Equilateral Rectangular Prism  
406 Mirror  
409 Optical Property Adjustable Configuration Mirror  
409a Thin film  
409c, 409c' Piezoelectric device  
409c-1,409e Substrate  
411 Variable Resistor  
412 Power Source  
413 Electric Power Switch  
414 Arithmetic Unit  
415 Thermo Sensor  
416 Humidity Sensor  
417 Distance Robot  
423 Susceptor  
424 Deflection Sensor  
425,428 Actuation circuit  
426 Permanent Magnet  
427 Coil  
508a, 532a, 562a, 566a The 1st field  
508b, 532b, 562b, 566b The 2nd field  
509a, 533a, 563a, 567a The 3rd field  
509b, 533b, 563b, 567b The 4th field

514 Macromolecule Distribution Liquid Crystal Layer  
515 Switch  
516 AC Power Supply  
517 Liquid Crystal Molecule  
518 Macromolecule Cel  
519 Variable Resistor  
521,526 Drawing  
525 Front Lens  
528 Back Lens  
531 Adjustable Focal Diffracted-Light Study Component  
535 Adjustable Focal Glasses  
535a Frame  
536 Adjustable Focal Diffracted-Light Study Component  
539a, 539b Orientation film  
545 Body  
546 Ranging Sensor  
561 Adjustable Angle-of-Deviation Prism  
565 Adjustable Focal Mirror  
568 Reflective Film  
600A, 600B, 600C Each divided electrode  
901 Ocular  
902 Objective Lens

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-221751  
(P2002-221751A)

(43) 公開日 平成14年8月9日 (2002.8.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 3 B 17/17		G 0 3 B 17/17	2 H 0 4 1
G 0 2 B 5/10		G 0 2 B 5/10	B 2 H 0 4 2
	26/08		E 2 H 1 0 0
G 0 3 B 15/00		G 0 3 B 15/00	F 2 H 1 0 1
	17/02		5 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-16133 (P2001-16133)

(22) 出願日 平成13年1月24日 (2001.1.24)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 八道 剛

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 中根 毅

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100065824

弁理士 篠原 泰司 (外1名)

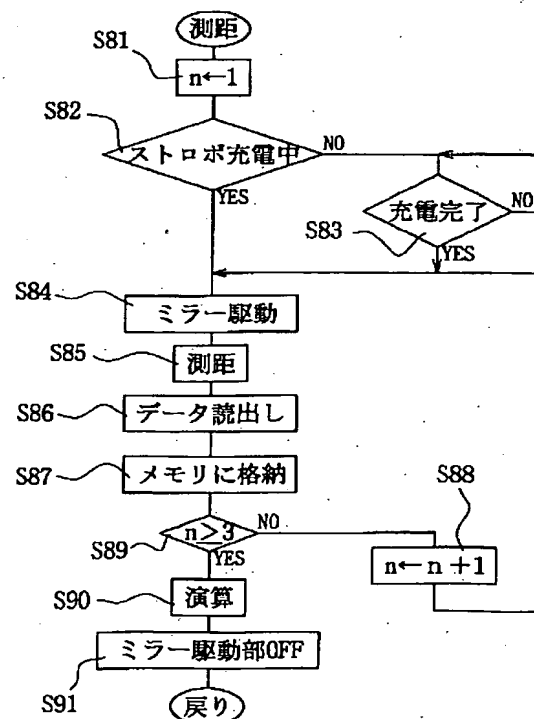
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変形状鏡を用いたカメラ

(57) 【要約】

【課題】 電源系への負担を軽減して可変形状鏡の動作を安定化させることが可能な可変形状鏡を用いたカメラを提供する。

【解決手段】 撮影レンズを通して結像された画像から画像信号を得る撮像手段と、撮影条件に基づいた露光動作により前記撮像手段の駆動制御を含む制御を行う露光制御手段と、電気的な力により変形する反射面と、該反射面の形状を制御する電極とを有してなる可変形状鏡と、前記可変形状鏡を駆動するための電源を供給する電源供給手段と、前記可変形状鏡を駆動する駆動手段と、前記撮影レンズを駆動する手段と、を有し、前記撮影レンズが駆動されているか、または前記露光制御手段による露光制御が行われているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないように構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮影レンズを通して結像された画像から画像信号を得る撮像手段と、  
撮影条件に基づいた露光動作により前記撮像手段の駆動制御を含む制御を行う露光制御手段と、  
電気的な力により変形する反射面と、該反射面の形状を制御する電極とを有してなる可変形状鏡と、  
前記可変形状鏡を駆動するための電源を供給する電源供給手段と、  
前記可変形状鏡を駆動する駆動手段と、  
前記撮影レンズを駆動する手段と、を有し、  
前記撮影レンズが駆動されているか、または前記露光制御手段による露光制御が行われているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする可変形状鏡を用いたカメラ。

【請求項 2】 被写体を照明するストロボの充放電を制御するストロボ制御手段を更に有し、  
前記ストロボが充放電制御されているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の可変形状鏡を用いたカメラ。

【請求項 3】 前記撮像手段で得られた画像信号に係るデータを記録する記録手段を更に有し、  
前記記録手段でデータ記録をしているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の可変形状鏡を用いたカメラ。

【請求項 4】 撮影モードを含む複数のモードを設定するモード設定手段を更に有し、  
前記モード設定手段で撮影モード以外のモードが設定されているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の可変形状鏡を用いたカメラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、可変形状鏡を用いたカメラに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体プロセスを用いて、例えば静電気等の電気的な力で鏡の反射面を変形させて所望の光学特性を得ることのできる、小型の機器に適用可能な可変形状鏡が提案されている。この可変形状鏡を用いれば、省スペース化による小型化や簡単な構成で高速応答できる可変形状鏡の特徴を生かした機器が提供できる可能性がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、可変形状鏡の駆動制御には高電圧を要するため、電池で駆動するカメラ等の機器を構成する、例えば、AF（オートフォーカス）構成部材などの光学部材に可変形状鏡を用いた場

合、電力消費が無視できない程大きくなる。このため、例えば、レンズ駆動や露光制御等での電力の消費が大きな動作を行なっているときに、同時に可変形状鏡の駆動が行われると、全体の電源負荷が大きくなりすぎ、最悪の場合には、可変形状鏡の動作保証ができなくなるという問題点があった。

【0004】そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、電源系への負担を軽減して可変形状鏡の動作を安定化させることが可能な可変形状鏡を用いたカメラを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明による可変形状鏡を用いたカメラは、撮影レンズを通して結像された画像から画像信号を得る撮像手段と、撮影条件に基づいた露光動作により前記撮像手段の駆動制御を含む制御を行う露光制御手段と、電気的な力により変形する反射面と、該反射面の形状を制御する電極とを有してなる可変形状鏡と、前記可変形状鏡を駆動するための電源を供給する電源供給手段と、前記可変形状鏡を駆動する駆動手段と、撮影レンズを駆動する手段と、を有し、前記撮影レンズが駆動されているか、または前記露光制御手段による露光制御が行われているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする。

【0006】また、本発明による可変形状鏡を用いたカメラは、好ましくは、被写体を照明するストロボの充放電を制御するストロボ制御手段を更に有し、前記ストロボが充放電制御されているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする。

【0007】また、本発明による可変形状鏡を用いたカメラは、好ましくは、前記撮像手段で得られた画像信号に係るデータを記録する記録手段を更に有し、前記記録手段でデータ記録をしているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする。

【0008】また、本発明による可変形状鏡を用いたカメラは、好ましくは、撮影モードを含む複数のモードを設定するモード設定手段を更に有し、前記モード設定手段で撮影モード以外のモードが設定されているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。図 1 は本発明の一実施形態にかかる可変形状鏡を用いたカメラのシステム概略構成図である。本発明の可変形状鏡を備えたカメラは、未図示の絞り及びメカシャッタを有する撮影レンズ系 1 と、該撮影レンズ 1 の焦点位置を調整するためのモータとモータドライバとを備えたレンズ駆動部 2 と、CCD イメージ

センサ等の撮像素子3と、撮像素子3を駆動して画像信号を得る撮像回路4と、アナログ画像信号をデジタル画像信号に変換するA/D変換器6と、画像信号を一時的に蓄えておくためのバッファメモリ7と、ストロボ発光回路8と、画像処理を行なうためのDSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）20と、RISC-マイクロプロセッサ19と、データ圧縮伸長回路15と、カードスロットに装着された着脱式メモリカードとアクセスするためのI/F（インターフェース）16と、デジタル画像信号を画像表示したりビデオ出力端子からビデオ信号を出力するための画像データを記憶するビデオメモリ18と、外部入出力端子を介して外部機器とデータ入出力を行なうためのI/F17などを備えている。

【0010】更に、前記カメラは、撮影時に撮像素子3の露出量を求めるためのAE部5と、ストロボ発光回路8と、動作モード等の撮影情報を表示するためのモールドLCD9と、撮影、再生等に係る各種動作を行なうための操作部10と、可変形状鏡ユニット11と、カメラ各部及び可変形状鏡11に対して電源供給を行なうための電源回路12を備えている。そして、前記カメラの撮影、再生等の動作に伴う各部の制御を行なうためのシステムコントローラ13を備えている。操作部10には、撮影の開始及び記録を指示する未図示のリリース釦、モード設定操作部等が設けられている。

【0011】図2は本実施形態のカメラに用いる可変形状鏡11を構成する電極の配置関係及び電圧制御を行なう回路部のブロック図である。可変形状鏡11は、反射面23と上部電極21とを備えた可撓性薄膜と、それに対向して配置された制御電極である下部電極22とその制御回路からなる制御基板を備え、この制御基板と図1に示す電源回路12及びシステムコントローラ13とが接続されている。

【0012】図2において、高圧電源 $V_p$ は100V程度の定電圧源であり、リファレンス電圧 $V_{ref}$ は5V程度の可変電圧である。また、駆動電圧 $V_D$ は電圧制御回路部24を駆動させるための電圧源である。これら高圧電源 $V_p$ 、リファレンス電圧 $V_{ref}$ 、駆動電圧 $V_D$ は印加され電圧制御回路部24へ供給される。電圧制御回路部24には、高耐圧の電圧制御トランジスタ25と制御回路26が形成されており、この電圧制御回路部24により低電圧であるリファレンス電圧 $V_{ref}$ に対応した出力電圧になるように高電圧 $V_p$ を電圧制御し制御電極である下部電極22へ印加する。また、クロック入力端子CKがリファレンス電圧 $V_{ref}$ の変化と同期したパルス電圧であるタイミングパルスを発するようになっている。また、電圧制御回路部24には、上述の高耐圧の電圧制御トランジスタ25と制御回路26の他にタイミング発生回路27と高耐圧のスイッチング用トランジスタ28が形成されている。

【0013】このように構成された可変形状鏡（電圧制

御回路部を含む）において、分割した制御電極である下部電極22のうちの任意の電極に印加する電圧に応じたリファレンス電圧 $V_{ref}$ を入力し、電圧制御トランジスタ25と制御回路26により出力電圧を制御する。これと同期してタイミングパルスを入力し、タイミング発生回路27の出力により該当制御電極に対応するスイッチング用トランジスタ28をON状態にする。一定時間を経過してから該当スイッチング用トランジスタ28をOFF状態にし、電圧制御トランジスタ25の出力と制御電極の接続を断ち、制御電極へ印加した電圧を一定に保つ。これにより該当制御電極に電圧制御された電圧が印加される。このリファレンス電圧による電圧制御とタイミングパルスによるスイッチング用トランジスタ28のON-OFFを時系列に行うことで分割した全ての制御電極に任意の電圧を印加することができる。なお、この場合の電圧制御回路の各部のタイミングチャートを図3に示す。図3においては、分割した電極のうちの任意の2つの電極について示してある。

【0014】ここで、可変形状鏡では負荷成分が対向電極によるキャパシタンス成分であり、また対向電極に印加する電圧は直流電圧であるため、分割した制御電極の印加電圧を時系列に制御しても、各々の電極に印加される電圧を一定に保つことは容易にできる。これら電圧制御回路を一体化することで、外部から電源と制御信号を供給するだけで複数に分割した制御電極を有する可変形状鏡を駆動することができ、また、制御電極の分割数を増加してもそれに応じて制御回路を増やす必要は無く、タイミング発生回路の簡単な変更とスイッチング用トランジスタの増設で電圧制御をすることができるため、省スペース化することができ、小型化に適した可変形状鏡を提供することができる。なお、図2においては、上部電極21を1枚で構成し下部電極22を複数枚で構成したが、これとは逆に、上部電極21を複数の電極に分割しこれに図2に示すような回路を接続し、下部電極22を1枚の電極で構成し、下部電極22が反射面21を備えるようにしてもよい。

【0015】図4は本実施形態のカメラに用いる可変形状鏡の電極部を示す説明図であり、(a)～(e)は、図2に示す上部電極21の変形状態を示す側面図、(f)及び(g)は図2に示す下部電極22の配置構成を示す平面図である。可変形状鏡の複数の下部電極22は、図4(f)に示すように、変形状態に応じて基盤目状に分割されて構成してもよく、または、図4(g)に示すように、同心円状に分割されて構成してもよい。また、上部電極21は、図4(a)に示すように、全体が対向電極側に平行に引っ張られるように駆動させてもよく、または、図4(b)、(c)に示すように片側部分が対向電極側に引っ張られるように駆動させてもよく、さらには、図4(d)、(e)に示すように、対向電極に対し、凹状または凸状に変形させてもよい。



【0016】図5は本実施形態のカメラにおいて、可変形状鏡を測距部に用いた例を示す説明図である。測距部は、三角測距の原理により、所定の基線長だけ離れたレンズを透過した光を内蔵したセンサーで検出することにより被写体までの距離に相応する信号を検出することができるように構成されている。より具体的に説明すると、赤外（IR）発光ダイオード31からの赤外光を可変形状鏡11の反射面32で反射させて、投光レンズ33、投光用窓34を経て被写体（図において、矢印a, b, cの延長線上にあるため図示を省略してある）に照射し、被写体で反射され、受光窓35、受光レンズ36を経た光（矢印a', b', c'で示す）をPSDなどの受光器37で受光し、その出力により被写体までの距離を検出するように構成されている。このとき可変形状鏡11の下部電極22を制御して反射面32をa, b, cの各方向へ投光されるように駆動する。なお、図5においては、測定対象となる被写体を紙面において行方向に走査した状態を示しているが、列方向に走査させることも勿論可能である。従って、可変形状鏡を用いることで、撮影画面上で測定対象を走査してそれぞれの箇所での焦点距離を測定することができる。

【0017】このような可変形状鏡を駆動させる場合、上述のように高電圧を要するため、他の電力消費の大きい動作と重なると、電源への負担が大きく駆動制御の動作が不安定となるおそれがある。このため、カメラのその他の電力消費の大きい動作と重ならないように、本実施形態にかかる可変形状鏡を用いたカメラでは、駆動のタイミングがコントロールされている。図6は本実施形態の可変形状鏡を用いたカメラにおける撮影時の駆動制御を示すフローチャートである。図6において、まず、カメラのEEPROM14に記憶されていた諸データを読み出す（ステップS1）。次いで、モード選択画面が例えば図1に示すカメラのモードLCD9に表示され、撮影者はモード選択を行う。そこで、撮影者により選択されたモードをチェックする（ステップS2）。撮影モードが選択されない場合には、図1に示す電源回路12からの電源のうち駆動電源などの可変形状鏡の駆動部の電源をOFFにして図2に示す電圧制御回路部24に電源が供給されないようにし（ステップS3）、その後選択された各種モードの処理を行う（ステップS4）。なお、モード選択には、撮影モード、撮影画像の再生モード、各種数値の設定モード、及び外部との通信モード等があるが、ここでは説明の便宜上、撮影モードを選択した場合について説明する。

【0018】撮影モードが選択された場合には、可変形状鏡の駆動部の電源をONにし、可変形状鏡を構成する図2に示す各電極22に対しEEPROM14から予め読み出しておいた所定の電圧値でもって、反射面23の向き及び変形状態を初期状態にし、その後電源をOFFにする（ステップS5）。その後、ストロボ充電処理を

開始する（ステップS6）。次いで、リリース鉤が半押しされているか否かのチェックを行い、リリース鉤が半押しされるまでこの処理を繰り返す（ステップS7）。リリース鉤が半押しされている場合には、測距処理を行う（ステップS8）。

【0019】図7は本実施形態の可変形状鏡を用いたカメラにおける測距処理のフローチャートである。測距処理では、初期処理として測定位置カウンタnに1をセットする（ステップS81）。次に、ストロボが充電中であるか否かのチェックを行い（ステップS82）、充電中の場合は充電が完了するまで待つ（ステップS83）。ストロボの充電が完了、またはストロボ充電動作をしていない場合には、可変形状鏡の駆動部の電源をONして、電圧制御回路部24に電源を供給し、測定位置カウンタnに対応する位置（例えば、図5のa, b, cのいずれかの位置）の距離が計測できるように反射面23の形状を変化させるように各電極22を駆動し、（ステップS84）、該当位置での測定対象となる被写体の測距を行う（ステップS85）。そして図5に示す受光器37の出力信号に基づく測定値を読み出して（ステップS86）、図1に示すバッファメモリ7に一時的に格納する（ステップS87）。

【0020】その後、測定位置カウンタnに1をプラスし（ステップS88）、測定対象となる被写体についての撮影画面内の全領域の測距が終了するまで（図においてはnが3に達するまで）、該当位置の測距を行い、その測定値をバッファメモリ7に格納するまでの処理を繰り返す（ステップS89）。なお、撮影画面内の領域の走査は、行及び列の2次元で行なってもよい。また、a, b, cの各位置のうち、aの位置は初期状態の位置としてもよく、この場合は残りのb, cの位置に対する変位を行えばよいので、位置の設定回数を減らすこともできる。

【0021】次に、得られた各測距値より図1に示す撮影レンズ系1を介して所望位置の被写体が撮像素子に結像するように駆動すべき撮像レンズ系1を構成する所定のレンズの駆動量を算出し（ステップS90）、その後、可変形状鏡11の駆動部の電源をOFFにする（ステップS91）。これにより測距処理（ステップS8）が終了する。

【0022】なお、上記ストロボ充電チェックに際し、ストロボ充電中の場合は、ストロボ充電を一時停止させて、可変形状鏡の駆動以降の処理を優先し、反射面23の形状を変化させた後、該当位置の測距を行い、その測定値をバッファメモリに格納する処理を行い、得られた測定値より撮像レンズ系1を構成する所定のレンズの駆動量を算出し（ステップS84～ステップS89）、可変形状鏡の駆動部の電源をOFFにした（ステップS91）後にストロボ充電を再開するようにしてもよい。

【0023】測距処理（ステップS8）を終了後、図6

に示すように、測光処理（ステップS9）を行う。その後、ストロボ撮影の場合にはストロボが充電中であるか否かのチェックを行い（ステップS10）、充電中の場合は充電が完了するまで待つ（ステップS11）。ストロボ充電が完了しているとき、又は完了したときは、リリース釦が全押しされるまで処理を待つ（ステップS12）。また、その間に、測距処理で得られた演算値より、所望の位置の被写体が撮影レンズ系1を介して撮像素子3に結像するように、図1に示すレンズ駆動部2が撮影レンズ系1を駆動させる。なお、レンズ駆動部2は、上記駆動のほか、撮影レンズ系1を変倍駆動、さらには、沈胴、沈胴位置から撮影位置への撮像素子系1を構成するレンズの駆動も行なう。

【0024】リリース釦が全押しされた場合には、露光処理を行う（ステップS13）。露光処理では、測光処理で得られた値に応じて決定した絞りの開口及びシャッタースピードに基づいて、メカシャッタ駆動、撮像素子3の制御、ストロボ発光等の露光動作を行ない、得られた画像信号に基づいて画像処理を行なう（ステップS14）。その後、撮像された画像を画像表示し（ステップS15）、必要に応じて撮影者の操作によりメモ리카ード等の記録媒体に記録する（ステップS16）。この間、可変形状鏡11の駆動部の電源は、OFF状態を保持している。そして、画像情報の記録が終了した（ステップS17）後に、可変形状鏡11の駆動部の電源をONして可変形状鏡11を構成する電極により反射面の向きや変形状態を初期化し（ステップS18）、その後、可変形状鏡11の駆動部の電源をOFFにして一駒の撮影処理が終了する。

【0025】このように、本実施形態の可変形状鏡を用いたカメラによれば、レンズ駆動中及び露光動作中に、可変形状鏡への電源供給及び可変形状鏡の駆動を行わないため、電源系への負担が小さく安定した動作を行なうことができる。また、ストロボ充電中に可変形状鏡への電源供給可変形状鏡の駆動を行わないため、ストロボ使用するときでも電源系への負担が小さくて済む。さらに、撮像データ記録中に、可変形状鏡への電源供給可変形状鏡の駆動を行わないため、データ記録動作に悪影響を与えることがない。さらにまた、撮影モード以外の処理において、可変形状鏡への電源供給可変形状鏡の駆動を行わないため、その分省電できる。

【0026】なお、本発明の可変形状鏡を用いたカメラは、図5の実施形態のように可変形状鏡を測距部に設ける構成以外に、可変形状鏡を撮像部に用いた構成にも適用可能である。図8、9は本実施形態のカメラにおいて、可変形状鏡を撮像部に用いた例を示す概略構成図である。

【0027】図8の例では、撮像素子の前に配置する撮像レンズ系1が、レンズ41と、可変形状鏡42と、レンズ群43と、赤外カットフィルター44と、ローパス

フィルター45とで構成されている。そして、可変形状鏡42の反射面の形状を測距部を介して得られた被写体までの距離に応じた電圧を可変形状鏡42に備えられた電極に印加して凹状に変形させることで、反射面のパワーを変えて撮像系の焦点距離を変化させて、オートフォーカスを行うことができる。また、図9の例では、撮像素子の前に配置する撮像レンズ系1が、レンズ51と、傾き可変な可変形状鏡52と、レンズ群53と、赤外カットフィルター54と、ローパスフィルター55とで構成されている。そして、図9の例では、傾き可変な可変形状鏡52の反射面を、ヨー方向、ピッチ方向の角速度を夫々検出する2つの角速度センサを介して得られた手ブレ量に応じて電圧を傾き可変な可変形状鏡52に備えられた電極に印加して、傾けることによって手ブレ量を補正することもできる。このように構成すれば、撮像レンズ系1を構成するレンズ群43、53を移動させることなく所望の焦点位置に調整することができ、その分レンズ駆動部材等を省くことができ撮影レンズ構成を簡単にすることができる。

【0028】そして、図8、9の例のように、可変形状鏡を撮像部に用いる場合も、可変形状鏡の駆動電源部の制御は測距部に用いた場合とほぼ同様に、メカシャッタ駆動や、CCD蓄積読み出しや、ストロボ発光等の露光動作及び露光処理後撮像された画像の画像表示及びメモ리카ード等への記録中においては、撮像部に用いた可変形状鏡の駆動を行なわないようにシーケンス制御すればよい。さらに、図8の例の場合は、測距処理中においても、撮像部に用いた可変形状鏡の駆動を行なわないようにシーケンス制御すればよい。

【0029】なお、本発明に用いる可変形状鏡は、静電引力で駆動する構成の他に、例えば、電磁磁力で駆動する構成や、圧電効果を用いて構成したものなど、電気的な力を用いて反射面を駆動させることができるものを用いても勿論よい。

【0030】また、本発明におけるシーケンス制御は、撮像系の一部を構成するレンズに可変焦点レンズを設け、電気的な力により変形してレンズ系の焦点位置を変えるように構成された可変焦点レンズを用いたカメラのシーケンス制御にも適用できる。

【0031】次に、本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡、可変焦点レンズの構成例について説明する。

【0032】まず、本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡について説明する。図10は本発明のカメラの他の実施例にかかる、光学特性ミラーを用いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの概略構成図である。もちろん、銀塩フィルムカメラにも使える。まず、光学特性可変形状鏡409について説明する。

【0033】光学特性可変形状鏡409は、アルミコーティングされた薄膜（反射面）409aと複数の電極409bからなる光学特性可変形状鏡（以下、単に可変形

状鏡と言う。)であり、411は各電極409bにそれぞれ接続された複数の可変抵抗器、412は可変抵抗器411と電源スイッチ413を介して薄膜409aと電極409b間に接続された電源、414は複数の可変抵抗器411の抵抗値を制御するための演算装置、415、416及び417はそれぞれ演算装置414に接続された温度センサー、湿度センサー及び距離センサーで、これらは図示のように配設されて1つの光学装置を構成している。

【0034】なお、対物レンズ902、接眼レンズ901、及び、プリズム404、二等辺直角プリズム405、ミラー406及び可変形状鏡の各面は、平面でなくてもよく、球面、回転対称非球面の他、光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、あるいは、対称面を有する非球面、対称面を1つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点又は線を有する面等、いかなる形状をしていてもよく、さらに、反射面でも屈折面でも光に何らかの影響を与え得る面ならばよい。以下、これらの面を総称して拡張曲面という。

【0035】また、薄膜409aは、例えば、P.Rai-choudhury編、Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 2: Micromachining and Microfabrication, P495, Fig. 8.58, SPIE PRESS刊やOptics Communication, 140巻(1997年)P187~190に記載されているメンブレインミラーのように、複数の電極409bとの間に電圧が印加されると、静電気力により薄膜409aが変形してその面形状が変化するようになっており、これにより、観察者の視度に合わせたピント調整ができるだけでなく、さらに、レンズ901、902及び/又はプリズム404、二等辺直角プリズム405、ミラー406の温度や湿度変化による変形や屈折率の変化、あるいは、レンズ枠の伸縮や変形及び光学素子、枠等の部品の組立誤差による結像性能の低下が抑制され、常に適正にピント調整並びにピント調整で生じた収差の補正が行われ得る。なお、電極409bの形は、例えば図12、13に示すように、薄膜409aの変形のさせ方に応じて選べばよい。

【0036】本実施例によれば、物体からの光は、対物レンズ902及びプリズム404の各入射面と射出面で屈折され、可変形状鏡409で反射され、プリズム404を透過して、二等辺直角プリズム405でさらに反射され(図10中、光路中の+印は、紙面の裏側へ向かって光線が進むことを示している。)、ミラー406で反射され、接眼レンズ901を介して眼に入射するようになっている。このように、レンズ901、902、プリズム404、405、及び、可変形状鏡409によって、本実施例のカメラの観察光学系を構成しており、これらの各光学素子の面形状と肉厚を最適化することにより、物体面の収差を最小にすることができるようになっている。

【0037】すなわち、反射面としての薄膜409aの形状は、結像性能が最適になるように演算装置414からの信号により各可変抵抗器411の抵抗値を変化させることにより制御される。すなわち、演算装置414へ、温度センサー415、湿度センサー416及び距離センサー417から周囲温度及び湿度並びに物体までの距離に応じた大きさの信号が入力され、演算装置414は、これらの入力信号に基づき周囲の温度及び湿度条件と物体までの距離による結像性能の低下を補償すべく、薄膜409aの形状が決定されるような電圧を電極409bに印加するように、可変抵抗器411の抵抗値を決定するための信号を出力する。このように、薄膜409aは電極409bに印加される電圧すなわち静電気力で変形させられるため、その形状は状況により非球面を含む様々な形状をとり、印加される電圧の極性を変えれば凸面とすることもできる。なお、距離センサー417はなくてもよく、その場合、固体撮像素子408からの像の信号の高周波成分が略最大になるように、デジタルカメラの撮像レンズ403を動かし、その位置から逆に物体距離を算出し、可変形状鏡を変形させて観察者の眼にピントが合うようにすればよい。

【0038】また、薄膜409aをポリイミド等の合成樹脂で製作すれば、低電圧でも大きな変形が可能であるので好都合である。なお、プリズム404と可変形状鏡409を一体的に形成してユニット化することができる。

【0039】また、図示を省略したが、可変形状鏡409の基板上に固体撮像素子408をリソグラフィプロセスにより一体的に形成してもよい。

【0040】また、レンズ901、902、プリズム404、405、ミラー406は、プラスチックモールド等で形成することにより任意の所望形状の曲面を用意に形成することができ、製作も簡単である。なお、本実施例の撮像装置では、レンズ901、902がプリズム404から離れて形成されているが、レンズ901、902を設けることなく収差を除去することができるようプリズム404、405、ミラー406、可変形状鏡409を設計すれば、プリズム404、405、可変形状鏡409は1つの光学ブロックとなり、組立が容易となる。また、レンズ901、902、プリズム404、405、ミラー406の一部あるいは全部をガラスで作製してもよく、このように構成すれば、さらに精度の良い撮像装置が得られる。

【0041】なお、図10の例では、演算装置414、温度センサー415、湿度センサー416、距離センサー417を設け、温湿度変化、物体距離の変化等も可変形状鏡409で補償するようにしたが、そうではなくてもよい。つまり、演算装置414、温度センサー415、湿度センサー416、距離センサー417を省き、観察者の視度変化のみを可変形状鏡409で補正するよ

うにしてもよい。

【0042】次に、可変形状鏡409の別の構成について述べる。

【0043】図11は本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409の他の実施例を示しており、この実施例では、薄膜409aと電極409bとの間に圧電素子409cが介装されていて、これらが支持台423上に設けられている。そして、圧電素子409cに加わる電圧を各電極409b毎に変えることにより、圧電素子409cに部分的に異なる伸縮を生じさせて、薄膜409aの形状を変えることができるようになっている。電極409bの形は、図12に示すように、同心分割であってもよいし、図13に示すように、矩形分割であってもよく、その他、適宜の形のものを選択することができる。

図11中、424は演算装置414に接続された振れ(ブレ)センサーであって、例えばデジタルカメラの振れを検知し、振れによる像の乱れを補償するように薄膜409aを変形させるべく、演算装置414及び可変抵抗器411を介して電極409bに印加される電圧を変化させる。このとき、温度センサー415、湿度センサー416及び距離センサー417からの信号も同時に考慮され、ピント合わせ、温湿度補償等が行われる。この場合、薄膜409aには圧電素子409cの変形に伴う応力が加わるので、薄膜409aの厚さはある程度厚めに作られて相応の強度を持たせるようにするのがよい。

【0044】図14は本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示している。この実施例は、薄膜409aと電極409bの間に介置される圧電素子が逆方向の圧電特性を持つ材料で作られた2枚の圧電素子409c及び409c'で構成されている点で、図11に示された実施例とは異なる。すなわち、圧電素子409cと409c'が強誘電性結晶で作られているとすれば、結晶軸の向きが互いに逆になるように配置される。この場合、圧電素子409cと409c'は電圧が印加されると逆方向に伸縮するので、薄膜409aを変形させる力が図19に示した実施例の場合よりも強くなり、結果的にミラー表面の形を大きく変えることができるという利点がある。

【0045】圧電素子409c、409c'に用いる材料としては、例えばチタン酸バリウム、ロッシェル塩、水晶、電気石、リン酸二水素カリウム(KDP)、リン酸二水素アンモニウム(ADP)、ニオブ酸リチウム等の圧電物質、同物質の多結晶体、同物質の結晶、PbZrO<sub>3</sub>とPbTiO<sub>3</sub>の固溶体の圧電セラミックス、ニフッ化ポリビニール(PVDF)等の有機圧電物質、上記以外の強誘電体等があり、特に有機圧電物質はヤング率が小さく、低電圧でも大きな変形が可能であるので、好ましい。なお、これらの圧電素子を利用する場合、厚さを不均一にすれば、上記実施例において薄膜409aの形状を適切に変形させることも可能である。

【0046】また、圧電素子409c、409c'の材質としては、ポリウレタン、シリコンゴム、アクリルエラストマー、PZT、PLZT、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)等の高分子圧電体、シアン化ビニリデン共重合体、ビニリデンフルオライドとトリフルオロエチレンの共重合体等が用いられる。圧電性を有する有機材料や、圧電性を有する合成樹脂、圧電性を有するエラストマー等を用いると可変形状鏡面の大きな変形が実現できてよい。

【0047】なお、図11、15の圧電素子409cに電歪材料、例えば、アクリルエラストマー、シリコンゴム等を用いる場合には、圧電素子409cを別の基板409c-1と電歪材料409c-2を貼り合わせた構造にしてもよい。

【0048】図15は本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示している。この実施例では、圧電素子409cが薄膜409aと電極409dとにより挟持され、薄膜409aと電極409d間に演算装置414により制御される駆動回路425を介して電圧が印加されるようになっており、さらにこれとは別に、支持台423上に設けられた電極409bにも演算装置414により制御される駆動回路425を介して電圧が印加されるように構成されている。したがって、この実施例では、薄膜409aは電極409dとの間に印加される電圧と電極409bに印加される電圧による静電気力とにより二重に変形され得、上記実施例に示した何れのものよりもより多くの変形パターンが可能であり、かつ、応答性も速いという利点がある。

【0049】そして、薄膜409a、電極409d間の電圧の符号を変えれば、可変形状鏡を凸面にも凹面にも変形させることができる。その場合、大きな変形を圧電効果で行ない、微細な形状変化を静電気力で行なってもよい。また、凸面の変形には圧電効果を主に用い、凹面の変形には静電気力を主に用いてもよい。なお、電極409dは電極409bのように複数の電極から構成されてもよい。この様子を図15に示した。なお、本願では、圧電効果と電歪効果、電歪をすべてまとめて圧電効果と述べている。従って、電歪材料も圧電材料に含むものとする。

【0050】図16は本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示している。この実施例は、電磁気力を利用して反射面の形状を変化させ得るようにしたもので、支持台423の内部底面上には永久磁石426が、頂面上には窒化シリコン又はポリイミド等からなる基板409eの周縁部が載置固定されており、基板409eの表面にはアルミニウム等の金属コートで作られた薄膜409aが付設されていて、可変形状鏡409を構成している。基板409eの下面には複数のコイル427が配設されており、これらのコイル427はそれぞれ駆動回路428を介して演算装置414に

接続されている。したがって、各センサー415、416、417、424からの信号によって演算装置414において求められる光学系の変化に対応した演算装置414からの出力信号により、各駆動回路428から各コイル427にそれぞれ適当な電流が供給されると、永久磁石426との間に働く電磁気力で各コイル427は反発又は吸着され、基板409e及び薄膜409aを変形させる。

【0051】この場合、各コイル427はそれぞれ異なる量の電流を流すようにすることもできる。また、コイル427は1個でもよいし、永久磁石426を基板409eに付設しコイル427を支持台423の内部底面側に設けるようにしてもよい。また、コイル427はリソグラフィー等の手法で作るとよく、さらに、コイル427には強磁性体よりなる鉄心を入れるようにしてもよい。

【0052】この場合、薄膜コイル427の巻密度を、図17に示すように、場所によって変化させることにより、基板409e及び薄膜409aに所望の変形を与えるようにすることもできる。また、コイル427は1個でもよいし、また、これらのコイル427には強磁性体よりなる鉄心を挿入してもよい。

【0053】図18は本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示している。この実施例では、基板409eは鉄等の強磁性体で作られており、反射膜としての薄膜409aはアルミニウム等からなっている。この場合、薄膜コイルを設けなくてもすむから、構造が簡単で、製造コストを低減することができる。また、電源スイッチ413を切換え兼電源開閉用スイッチに置換すれば、コイル427に流れる電流の方向を変えることができ、基板409e及び薄膜409aの形状を自由に変えることができる。図19はこの実施例におけるコイル427の配置を示し、図20はコイル427の他の配置例を示しているが、これらの配置は、図16に示した実施例にも適用することができる。なお、図21は、図16に示した実施例において、コイル427の配置を図20に示したようにした場合に適する永久磁石426の配置を示している。すなわち、図21に示すように、永久磁石426を放射状に配置すれば、図16に示した実施例に比べて、微妙な変形を基板409e及び薄膜409aに与えることができる。また、このように電磁気力を用いて基板409e及び薄膜409aを変形させる場合（図10及び図18の実施例）は、静電気力を用いた場合よりも低電圧で駆動できるという利点がある。

【0054】以上いくつかの可変形状鏡の実施例を述べたが、ミラーの形を変形させるのに、図15の例に示すように、2種類以上の力を用いてもよい。つまり静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、温度変化、電磁波等のうちから2つ以上を同時に用

いて可変形状鏡を変形させてもよい。つまり2つ以上の異なる駆動方法を用いて光学特性可変光学素子を作れば、大きな変形と微細な変形とを同時に実現でき、精度の良い鏡面が実現できる。

【0055】図22は本発明のさらに他の実施例に係る、カメラに適用可能な可変形状鏡409を用いた撮像系、例えば携帯電話のデジタルカメラ、カプセル内視鏡、電子内視鏡、パソコン用デジタルカメラ、PDA用デジタルカメラ等に用いられる撮像系の概略構成図である。本実施例の撮像系は、可変形状鏡409と、レンズ902と、固体撮像素子408と、制御系103とで一つの撮像ユニット104を構成している。本実施例の撮像ユニット902では、レンズ102を通った物体からの光は可変形状鏡409で集光され、固体撮像素子408の上に結像する。可変形状鏡409は、光学特性可変光学素子の一種であり、可変焦点ミラーとも呼ばれている。

【0056】本実施例によれば、物体距離が変わっても可変形状鏡409を変形させることでピント合わせをすることができ、レンズをモータ等で駆動する必要がなく、小型化、軽量化、低消費電力化の点で優れている。また、撮像ユニット104は本発明の撮像系としてすべての実施例で用いることができる。また、可変形状鏡409を複数用いることでズーム、変倍の撮像系、光学系を作ることができる。なお、図22では、制御系103にコイルを用いたトランスの昇圧回路を含む制御系の構成例を示している。特に積層型圧電トランスを用いると、小型化できてよい。昇圧回路は本発明のすべての電気を用いる可変形状鏡、可変焦点レンズに用いることができるが、特に静電気力、圧電効果を用いる場合の可変形状鏡、可変焦点レンズに有用である。

【0057】図23は本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡のさらに他の実施例に係る、マイクロポンプ180で流体161を出し入れし、レンズ面を変形させる可変形状鏡188の概略構成図である。本実施例によれば、レンズ面を大きく変形させることが可能になるというメリットがある。マイクロポンプ180は、例えば、マイクロマシンの技術で作られた小型のポンプで、電力で動くように構成されている。流体161は、透明基板163と、弾性体164との間に挟まれている。マイクロマシンの技術で作られたポンプの例としては、熱変形を利用したもの、圧電材料を用いたもの、静電気力を用いたものなどがある。

【0058】図24は本発明のカメラに適用可能なマイクロポンプの一実施例を示す概略構成図である。本実施例のマイクロポンプ180では、振動板181は静電気力、圧電効果等の電気力により振動する。図24では静電気力により振動する例を示しており、図24中、182、183は電極である。また、点線は変形した時の振動板181を示している。振動板181の振動に伴い、

2つの弁184, 185が開閉し、流体161を右から左へ送るようになっている。

【0059】本実施例の変形状鏡188では、反射膜189が流体161の量に応じて凹凸に変形することで、可変形状鏡として機能する。可変形状鏡188は流体161で駆動されている。流体としては、シリコンオイル、空気、水、ゼリー、等の有機物、無機物を用いることができる。

【0060】なお、静電気力、圧電効果を用いた可変形状鏡、可変焦点レンズなどにおいては、駆動用に高電圧が必要になる場合がある。その場合には、例えば図22に示すように、昇圧用のトランス、あるいは圧電トランス等を用いて制御系を構成するとよい。また、反射用の薄膜409.aは、変形しない部分にも設けておくと、可変形状鏡の形状を干渉計等で測定する場合に、基準面として使うことができ便利である。

【0061】次に、本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズについて説明する。図25は本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズの原理的構成を示す図であ

$$2\text{ nm} \leq D \leq \lambda / 5$$

とする。すなわち、液晶分子517の大きさは、2 nm程度以上であるので、平均の直径Dの下限値は、2 nm以上とする。また、Dの上限値は、可変焦点レンズ511の光軸方向における高分子分散液晶層514の厚さtにも依存するが、 $\lambda$ に比べて大きいと、高分子の屈折率と液晶分子517の屈折率との差により、高分子セル518の境界面で光が散乱して高分子分散液晶層514が不透明になってしまうため、後述するように、好ましく

$$n_{ox} = n_{oy} = n_o$$

である。ただし、 $n_o$ は常光線の屈折率を示し、 $n_{ox}$ および $n_{oy}$ は、常光線を含む面内での互いに直交する方向の屈折率を示す。

【0064】ここで、図25に示すように、スイッチ515をオフ、すなわち高分子分散液晶層514に電界を印加しない状態では、液晶分子517が様々な方向を向いているので、入射光に対する高分子分散液晶層514の屈折率は高く、屈折力の強いレンズとなる。これに対し、図27に示すように、スイッチ515をオンとして高分子分散液晶層514に交流電界を印加すると、液晶分子517は、屈折率楕円体の長軸方向が可変焦点レンズ511の光軸と平行となるように配向するので、屈折率が低くなり、屈折力の弱いレンズとなる。

$$(n_{ox} + n_{oy} + n_z) / 3 \equiv n_{LC}$$

となる。また、上記(2)式が成り立つときの平均屈折率

$$(2n_o + n_e) / 3 \equiv n_{LC}$$

で与えられる。このとき、高分子分散液晶層514の屈折率 $n_A$ は、高分子セル518を構成する高分子の屈折率を $n_p$ とし、高分子分散液晶層514の体積に占める

$$n_A = f f \cdot n_{LC} + (1 - f f) n_p$$

で与えられる。

る。この可変焦点レンズ511は、第1、第2の面としてのレンズ面508a, 508bを有する第1のレンズ512.aと、第3、第4の面としてのレンズ面509a, 509bを有する第2のレンズ512.bと、これらレンズ間に透明電極513a, 513bを介して設けた高分子分散液晶層514とを有し、入射光を第1、第2のレンズ512.a, 512.bを経て収束させるものである。透明電極513a, 513bは、スイッチ515を介して交流電源516に接続して、高分子分散液晶層514に交流電界を選択的に印加するようにする。なお、高分子分散液晶層514は、それぞれ液晶分子517を含む球状、多面体等の任意の形状の多数の微小な高分子セル518を有して構成し、その体積は、高分子セル518を構成する高分子および液晶分子517がそれぞれ占める体積の和に一致させる。

【0062】ここで、高分子セル518の大きさは、例えば球状とする場合、その平均の直径Dを、使用する光の波長を $\lambda$ とするとき、例えば、

$$\dots (1)$$

は $\lambda / 5$ 以下とする。可変焦点レンズが用いられる光学製品によっては高精度を要求しない場合もあり、そのときDは $\lambda$ 以下でよい。なお、高分子分散液晶層514の透明度は、厚さtが厚いほど悪くなる。

【0063】また、液晶分子517は、例えば、一軸性のネマティック液晶分子を用いる。この液晶分子517の屈折率楕円体は、図26に示すような形状となり、

$$\dots (2)$$

【0065】なお、高分子分散液晶層514に印加する電圧は、例えば、図28に示すように、可変抵抗器519により段階的あるいは連続的に変化させることもできる。このようにすれば、印加電圧が高くなるにつれて、液晶分子517は、その楕円長軸が徐々に可変焦点レンズ511の光軸と平行となるように配向するので、屈折力を段階的あるいは連続的に変えることができる。

【0066】ここで、図25に示す状態、すなわち高分子分散液晶層514に電界を印加しない状態での、液晶分子517の平均屈折率 $n_{LC}'$ は、図26に示すように屈折率楕円体の長軸方向の屈折率を $n_z$ とすると、およそ

$$\dots (3)$$

$n_{LC}$ は、 $n_z$ を異常光線の屈折率 $n_e$ と表して、

$$\dots (4)$$

液晶分子517の体積の割合を $f f$ とすると、マックスウェル・ガーネットの法則により、

$$\dots (5)$$

【0067】したがって、図28に示すように、レンズ

512aおよび512bの内側の面、すなわち高分子分散液晶層514側の面の曲率半径を、それぞれ $R_1$ および

$$1/f_1 = (n_A - 1) \cdot (1/R_1 - 1/R_2) \quad \dots (6)$$

で与えられる。なお、 $R_1$ および $R_2$ は、曲率中心が像点側にあるとき、正とする。また、レンズ512aおよび512bの外側の面による屈折は除いている。つまり、

$$(n_{ox} + n_{oy}) / 2 = n_o'$$

とすれば、図27に示す状態、すなわち高分子分散液晶層514に電界を印加した状態での、高分子分散液晶層

$$n_B = f \cdot f \cdot n_o' + (1 - f \cdot f) \cdot n_P \quad \dots (8)$$

で与えられるので、この場合の高分子分散液晶層514

$$1/f_2 = (n_B - 1) \cdot (1/R_1 - 1/R_2) \quad \dots (9)$$

で与えられる。なお、高分子分散液晶層514に、図27におけるよりも低い電圧を印加する場合の焦点距離は、(6)式で与えられる焦点距離 $f_1$ と、(9)式で与えら

$$|(f_2 - f_1) / f_2| = |(n_B - n_A) / (n_B - 1)| \quad \dots (10)$$

で与えられる。したがって、この変化率を大きくするに

$$n_B - n_A = f \cdot f \cdot (n_o' - n_{LC}')$$

であるから、 $|n_o' - n_{LC}'|$ を大きくすれば、変化率を大きくすることができる。実用的には、 $n_B$ が、

$$0.01 \leq |n_o' - n_{LC}'| \leq 1.0$$

とすれば、 $f \cdot f = 0.5$ のとき、高分子分散液晶層514による焦点距離を、0.5%以上変えることができるので、効果的な可変焦点レンズを得ることができる。なお、 $|n_o' - n_{LC}'|$ は、液晶物質の制限から、1.0を越えることはできない。

【0070】次に、上記(1)式の上限値の根拠について説明する。「Solar Energy Materials and Solar Cells」31巻、Wilson and Eck, 1993, Elsevier Science Publishers B.V. 発行の第197～214頁、「Transmission variation using scattering/transparent switching films」には、高分子分散液晶の大きさを変化させたときの透過率 $\tau$ の変化が示されている。そして、かかる文献の第206頁、図6には、高分子分散液晶の半径を $r$ とし、 $t = 300 \mu\text{m}$ 、 $f \cdot f = 0.5$ 、 $n_P = 1.45$ 、 $n_{LC}$

$$D \cdot t \leq \lambda \cdot 15 \mu\text{m}$$

であれば、 $\tau$ は70%～80%以上となり、レンズとして十分実用になる。したがって、例えば、 $t = 75 \mu\text{m}$ の場合は、 $D \leq \lambda / 5$ で、十分な透過率が得られることになる。

【0073】また、高分子分散液晶層514の透過率

$$n_P = (n_o' + n_{LC}') / 2$$

を満足するときである。

【0074】ここで、可変焦点レンズ511は、レンズとして使用するものであるから、図25の状態でも、図27の状態でも、透過率はほぼ同じで、かつ高い方が良

$$n_o' \leq n_P \leq n_{LC}'$$

とすればよい。

【0075】上記(14)式を満足すれば、上記(13)式は、

$$D \cdot t \leq \lambda \cdot 60 \mu\text{m}$$

び $R_2$ とすると、可変焦点レンズ511の焦点距離 $f_1$ は、

高分子分散液晶層514のみによるレンズの焦点距離が、(6)式で与えられる。

【0068】また、常光線の平均屈折率を、

$$\dots (7)$$

514の屈折率 $n_B$ は、

のみによるレンズの焦点距離 $f_2$ は、

れる焦点距離 $f_2$ との間の値となる。

【0069】上記(6)および(9)式から、高分子分散液晶層514による焦点距離の変化率は、

は、 $|n_B - n_A|$ を大きくすればよい。ここで、

$$\dots (11)$$

1. 3～2程度であるから、

$$\dots (12)$$

$= 1.585$ 、 $\lambda = 500 \text{ nm}$ とすると、透過率 $\tau$ は、理論値で、 $r = 5 \text{ nm}$  ( $D = \lambda / 50$ 、 $D \cdot t = \lambda \cdot 6 \mu\text{m}$  (ただし、 $D$ および $\lambda$ の単位は $\text{nm}$ 、以下も同じ))のとき $\tau \approx 90\%$ となり、 $r = 25 \text{ nm}$  ( $D = \lambda / 10$ )のとき $\tau \approx 50\%$ になることが示されている。

【0071】ここで、例えば、 $t = 150 \mu\text{m}$ の場合を推定してみると、透過率 $\tau$ が $t$ の指数関数で変化すると仮定して、 $t = 150 \mu\text{m}$ の場合の透過率 $\tau$ を推定してみると、 $r = 25 \text{ nm}$  ( $D = \lambda / 10$ 、 $D \cdot t = \lambda \cdot 15 \mu\text{m}$ )のとき $\tau \approx 71\%$ となる。また、 $t = 75 \mu\text{m}$ の場合は、同様に、 $r = 25 \text{ nm}$  ( $D = \lambda / 10$ 、 $D \cdot t = \lambda \cdot 7.5 \mu\text{m}$ )のとき $\tau \approx 80\%$ となる。

【0072】これらの結果から、

$$\dots (13)$$

は、 $n_P$ の値が $n_{LC}'$ の値に近いほど良くなる。一方、 $n_o'$ と $n_P$ とが異なる値になると、高分子分散液晶層514の透過率は悪くなる。図25の状態と図27の状態とで、平均して高分子分散液晶層514の透過率が良くなるのは、

$$\dots (14)$$

い。そのためには、高分子セル518を構成する高分子の材料および液晶分子517の材料に制限があるが、実用的には、

$$\dots (15)$$

さらに緩和され、

$$\dots (16)$$

であれば良いことになる。なぜなら、フレネルの反射則によれば、反射率は屈折率差の2乗に比例するので、高分子セル518を構成する高分子と液晶分子517との境界での光の反射、すなわち高分子分散液晶層514の

$$D \cdot t \leq \lambda \cdot 1.5 \mu\text{m} \cdot (1.585 - 1.45)^2 / (n_u - n_p)^2 \quad \dots (17)$$

であればよい。ただし、 $(n_u - n_p)^2$ は、 $(n_{LC}' - n_p)^2$ と $(n_o' - n_p)^2$ とのうち、大きい方である。

【0077】また、可変焦点レンズ511の焦点距離変

$$0.1 \leq f f \leq 0.999$$

とする。一方、 $f f$ は、小さいほど $\tau$ は向上するので、

$$4 \times 10^{-6} [\mu\text{m}]^2 \leq D \cdot t \leq \lambda \cdot 45 \mu\text{m} \cdot (1.585 - 1.45)^2 / (n_u - n_p)^2 \quad \dots (19)$$

とする。なお、 $t$ の下限値は、図25から明らかのように、 $t = D$ で、 $D$ は、上述したように2nm以上であるので、 $D \cdot t$ の下限値は、 $(2 \times 10^{-3} \mu\text{m})^2$ 、すなわち $4 \times 10^{-6} [\mu\text{m}]^2$ となる。

【0078】なお、物質の光学特性を屈折率で表す近似が成り立つのは、「岩波科学ライブラリー8 小惑星が

$$7 \text{ nm} \leq D \leq 500 \text{ nm}$$

とする。

【0079】図29は、図28に示す可変焦点レンズ511を用いるデジタルカメラ用の撮像光学系の構成を示すものである。この撮像光学系においては、物体（図示せず）の像を、絞り521、可変焦点レンズ511およびレンズ522を介して、例えばCCDよりなる固体撮像素子523上に結像させる。なお、図37では、液晶分子の図示を省略してある。

【0080】かかる撮像光学系によれば、可変抵抗器519により可変焦点レンズ511の高分子分散液晶層514に印加する交流電圧を調整して、可変焦点レンズ511の焦点距離を変えることより、可変焦点レンズ511およびレンズ522を光軸方向に移動させることなく、例えば、無限遠から600mmまでの物体距離に対して、連続的に合焦させることが可能となる。

【0081】図30は本発明のカメラに適用可能な可変

$$p \sin \theta = m \lambda$$

を満たす角度 $\theta$ だけ偏向されて出射される。また、溝深さを $h$ 、透明基板33の屈折率を $n_{33}$ とし、 $k$ を整数と

$$h (n_A - n_{33}) = m \lambda$$

$$h (n_B - n_{33}) = k \lambda$$

を満たせば、波長 $\lambda$ で回折率が100%となり、フレアの発生を防止することができる。

$$h (n_A - n_B) = (m - k) \lambda$$

が得られる。したがって、例えば、 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 、 $n_A = 1.55$ 、 $n_B = 1.5$ とすると、

$$0.05 h = (m - k) \cdot 500 \text{ nm}$$

となり、 $m = 1$ 、 $k = 0$ とすると、

$$h = 10000 \text{ nm} = 10 \mu\text{m}$$

となる。この場合、透明基板533の屈折率 $n_{33}$ は、上記(22)式から、 $n_{33} = 1.5$ であればよい。また、可変焦点回折光学素子531の周辺部における格子ピッチ $p$

透過率の減少は、およそ上記の高分子と液晶分子517との屈折率の差の2乗に比例するからである。

【0076】以上は、 $n_o' \approx 1.45$ 、 $n_{LC}' \approx 1.585$ の場合であったが、より一般的に定式化すると、

化を大きくするには、 $f f$ の値が大きい方がよいが、 $f f = 1$ では、高分子の体積がゼロとなり、高分子セル518を形成できなくなるので、

$$\dots (18)$$

上記(17)式は、好ましくは、

$$\dots (19)$$

やってくる」向井正著、1994、岩波書店発行の第58頁に記載されているように、 $D$ が10nm～5nmより大きい場合である。また、 $D$ が500nmを越えると、光の散乱は幾何学的となり、高分子セル518を構成する高分子と液晶分子517との界面での光の散乱がフレネルの反射式に従って増大するので、 $D$ は、実用的には、

$$\dots (20)$$

焦点回折光学素子の一例の構成を示す図である。この可変焦点回折光学素子531は、平行な第1、第2の面532a、532bを有する第1の透明基板532と、光の波長オーダーの溝深さを有する断面鋸歯波状のリング状回折格子を形成した第3の面533aおよび平坦な第4の面533bを有する第2の透明基板533とを有し、入射光を第1、第2の透明基板532、533を経て出射させるものである。第1、第2の透明基板532、533間には、図25で説明したと同様に、透明電極513a、513bを介して高分子分散液晶層514を設け、透明電極513a、513bをスイッチ515を経て交流電源516に接続して、高分子分散液晶層514に交流電界を印加するようにする。

【0082】かかる構成において、可変焦点回折光学素子531に入射する光線は、第3の面533aの格子ピッチを $p$ とし、 $m$ を整数とすると、

$$\dots (21)$$

すると、

$$\dots (22)$$

$$\dots (23)$$

【0083】ここで、上記(22)および(23)式の両辺の差を求めると、

$$\dots (24)$$

を10 $\mu\text{m}$ とすると、 $\theta \approx 2.87^\circ$ となり、Fナンバーが10のレンズを得ることができる。

【0084】かかる、可変焦点回折光学素子531は、高分子分散液晶層514への印加電圧のオン・オフで光路長が変わるので、例えば、レンズ系の光束が平行でない部分に配置して、ピント調整を行うのに用いたり、レンズ系全体の焦点距離等を変えるのに用いることができる。



【0085】なお、この実施形態において、上記(22)～

$$0.7m\lambda \leq h(n_A - n_{33}) \leq 1.4m\lambda \quad \dots(25)$$

$$0.7k\lambda \leq h(n_B - n_{33}) \leq 1.4k\lambda \quad \dots(26)$$

$$0.7(m-k)\lambda \leq h(n_A - n_B) \leq 1.4(m-k)\lambda \quad \dots(27)$$

を満たせば良い。

【0086】また、ツイストネマティック液晶を用いる可変焦点レンズもある。図31および図32は、この場合の可変焦点眼鏡550の構成を示すものであり、可変焦点レンズ551は、レンズ552および553と、これらレンズの内面上にそれぞれ透明電極513a、513bを介して設けた配向膜539a、539bと、これら配向膜間に設けたツイストネマティック液晶層554とを有して構成し、その透明電極513a、513bを可変抵抗器519を経て交流電源516に接続して、ツイストネマティック液晶層554に交流電界を印加する

$$2nm \leq P \leq 2\lambda/3$$

とする。なお、この条件の下限値は、液晶分子の大きさで決まり、上限値は、入射光が自然光の場合に、図31の状態ツイストネマティック液晶層554が等方媒質として振る舞うために必要な値であり、この上限値の条件を満たさないと、可変焦点レンズ551は偏光方向によって焦点距離の異なるレンズとなり、これがため二重像が形成されてぼけた像しか得られなくなる。

【0089】図33(a)は、本発明のカメラに適用可能な可変偏角プリズムの構成を示すものである。この可変偏角プリズム561は、第1、第2の面562a、562bを有する入射側の第1の透明基板562と、第3、第4の面563a、563bを有する出射側の平行平板状の第2の透明基板563とを有する。入射側の透明基板562の内面(第2の面)562bは、フレネル状に形成し、この透明基板562と出射側の透明基板563との間に、図25で説明したと同様に、透明電極513a、513bを介して高分子分散液晶層514を設ける。透明電極513a、513bは、可変抵抗器519を経て交流電源516に接続し、これにより高分子分散液晶層514に交流電界を印加して、可変偏角プリズム561を透過する光の偏角を制御するようにする。なお、図33(a)では、透明基板562の内面562bをフレネル状に形成したが、例えば、図33(b)に示すように、透明基板562および563の内面を相対的に傾斜させた傾斜面を有する通常のプリズム状に形成することもできるし、あるいは図30に示した回折格子状に形成することもできる。回折格子状に形成する場合には、上記の(21)～(27)式が同様にあてはまる。

【0090】かかる構成の可変偏角プリズム561は、例えば、TVカメラ、デジタルカメラ、フィルムカメラ、双眼鏡等のブレ防止用として有効に用いることができる。この場合、可変偏角プリズム561の屈折方向(偏向方向)は、上下方向とするのが望ましいが、さらに性能を向上させるためには、2個の可変偏角プリズム

(24)式は、実用上、

ようにする。

【0087】かかる構成において、ツイストネマティック液晶層554に印加する電圧を高くすると、液晶分子555は、図32に示すようにホメオトロピック配向となり、図31に示す印加電圧が低いツイストネマティック状態の場合に比べて、ツイストネマティック液晶層554の屈折率は小さくなり、焦点距離が長くなる。

【0088】ここで、図31に示すツイストネマティック状態における液晶分子555の螺旋ピッチPは、光の波長 $\lambda$ に比べて同じ程度か十分小さくする必要があるの

$$\dots(28)$$

で、例えば、561を偏向方向を異ならせて、例えば図34に示すように、上下および左右の直交する方向で屈折角を変えるように配置するのが望ましい。なお、図33および図34では、液晶分子の図示を省略してある。

【0091】図35は本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズとしての可変焦点ミラーを示すものである。この可変焦点ミラー565は、第1、第2の面566a、566bを有する第1の透明基板566と、第3、第4の面567a、567bを有する第2の透明基板567とを有する。第1の透明基板566は、平板状またはレンズ状に形成して、内面(第2の面)566bに透明電極513aを設け、第2の透明基板567は、内面(第3の面)567aを凹面状に形成して、該凹面上に反射膜568を施し、さらにこの反射膜568上に透明電極513bを設ける。透明電極513a、513b間には、図25で説明したと同様に、高分子分散液晶層514を設け、これら透明電極513a、513bをスイッチ515および可変抵抗器519を経て交流電源516に接続して、高分子分散液晶層514に交流電界を印加するようにする。なお、図35では、液晶分子の図示を省略してある。

【0092】かかる構成によれば、透明基板566側から入射する光線は、反射膜568により高分子分散液晶層514を折り返す光路となるので、高分子分散液晶層514の作用を2回もたせることができると共に、高分子分散液晶層514への印加電圧を変えることにより、反射光の焦点位置を変えることができる。この場合、可変焦点ミラー565に入射した光線は、高分子分散液晶層514を2回透過するので、高分子分散液晶層514の厚さの2倍を $t$ とすれば、上記の各式を同様に用いることができる。なお、透明基板566または567の内面を、図30に示したように回折格子状にして、高分子分散液晶層514の厚さを薄くすることもできる。このようにすれば、散乱光をより少なくできる利点がある。

【0093】なお、以上の説明では、液晶の劣化を防止するため、電源として交流電源516を用いて、液晶に交流電界を印加するようにしたが、直流電源を用いて液晶に直流電界を印加するようにすることもできる。また、液晶分子の方向を変える方法としては、電圧を変化させること以外に、液晶にかかる電場の周波数、液晶にかかる磁場の強さ・周波数、あるいは液晶の温度等を変化させることによってよい。以上に示した実施形態において、高分子分散液晶は液状ではなく固体に近いものもあるので、その場合はレンズ512a、512bの一方、透明基板532、レンズ538、レンズ552、553の一方、図33(a)における透明基板563、図33(b)における透明基板562、563の一方、透明基板566、567の一方はなくてもよい。

【0094】図36は本発明のカメラに適用可能なさらに他の実施例に係る、可変焦点レンズ140を用いた撮像ユニット141の概略構成図である。撮像ユニット141は本発明の撮像系として用いることができる。本実施例では、レンズ102と可変焦点レンズ140とで、撮像レンズを構成している。そして、この撮像レンズと固体撮像素子408とで撮像ユニット141を構成している。可変焦点レンズ140は、透明部材142と圧電性のある合成樹脂等の柔らかい透明物質143とで、光を透過する流体あるいはゼリー状物質144を挟んで構成されている。

【0095】流体あるいはゼリー状物質144としては、シリコンオイル、弾性ゴム、ゼリー、水等を用いることができる。透明物質143の両面には透明電極145が設けられており、回路103'を介して電圧を加えることで、透明物質143の圧電効果により透明物質143が変形し、可変焦点レンズ140の焦点距離が変わるようになっている。従って、本実施例によれば、物体距離が変わった場合でも光学系をモーター等で動かすことなくフォーカスができ、小型、軽量、消費電力が少ない点で優れている。

【0096】なお、図36中、145は透明電極、146は流体をためるシリンダーである。また、透明物質143の材質としては、ポリウレタン、シリコンゴム、アクリルエラストマー、PZT、PLZT、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)等の高分子圧電体、シアン化ビニリデン共重合体、ビニリデンフルオライドとトリフルオロエチレンの共重合体等が用いられる。圧電性を有する有機材料や、圧電性を有する合成樹脂、圧電性を有するエラストマー等を用いると可変焦点レンズ面の大きな変形が実現できてよい。可変焦点レンズには透明な圧電材料を用いるとよい。

【0097】なお、図36の例で、可変焦点レンズ140は、シリンダー146を設けるかわりに、図37に示すように、支援部材147を設けてシリンダー146を省略した構造にしてもよい。支援部材147は、間に

透明電極145を挟んで、透明物質143の一部の周辺部分を固定している。本実施例によれば、透明物質143に電圧をかけることによって、透明物質143が変形しても、図38に示すように、可変焦点レンズ140全体の体積が変わらないように変形するため、シリンダー146が不要になる。なお、図37、38中、148は変形可能な部材で、弾性体、アコーディオン状の合成樹脂または金属等でできている。

【0098】図36、図37に示す実施例では、電圧を逆に印加すると透明物質143は逆向きに変形するので凹レンズにすることも可能である。なお、透明物質143に電歪材料、例えば、アクリルエラストマー、シリコンゴム等を用いる場合は、透明物質143を透明基板と電歪材料を貼り合わせた構造にするとよい。

【0099】図39は本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズのさらに他の実施例に係る、マイクロポンプ160で流体161を出し入れし、レンズ面を変形させる可変焦点レンズ162の概略構成図である。マイクロポンプ160は、例えば、マイクロマシンの技術で作られた小型のポンプで、電力で動くように構成されている。流体161は、透明基板163と、弾性体164との間に挟まれている。図39中、165は弾性体164を保護するための透明基板で、設けなくてもよい。マイクロマシンの技術で作られたポンプの例としては、熱変形を利用したもの、圧電材料を用いたもの、静電気力を用いたものなどがある。

【0100】そして、図24で示したようなマイクロポンプ180を、例えば、図39に示す可変焦点レンズに用いるマイクロポンプ160のように、2つ用いればよい。

【0101】なお、静電気力、圧電効果を用いた可変焦点レンズなどにおいては、駆動用に高電圧が必要になる場合がある。その場合には、昇圧用のトランス、あるいは圧電トランス等を用いて制御系を構成するとよい。特に積層型圧電トランスを用いると小型にできてよい。

【0102】図40は本発明のカメラに適用可能な光学特性可変光学素子の他の実施例であって圧電材料200を用いた可変焦点レンズ201の概略構成図である。圧電材料200には透明物質143と同様の材料が用いられており、圧電材料200は、透明で柔らかい基板202の上に設けられている。なお、基板202には、合成樹脂、有機材料を用いるのが望ましい。本実施例においては、2つの透明電極59を介して電圧を圧電材料200に加えることで圧電材料200は変形し、図40において凸レンズとしての作用を持っている。

【0103】なお、基板202の形をあらかじめ凸状に形成しておき、かつ、2つの透明電極59のうち、少なくとも一方の電極の大きさを基板202と異ならせておく、例えば、一方の透明電極59を基板202よりも小さくしておく、と、電圧を切ったときに、図41に示すよ

うに、2つの透明電極59が対向する所定部分だけが凹状に変形して凹レンズの作用を持つようになり、可変焦点レンズとして動作する。このとき基板202は、流体161の体積が変化しないように変形するので、液溜168が不要になるというメリットがある。

【0104】本実施例では、流体161を保持する基板の一部分を圧電材料で変形させて、液溜168を不要としたところに大きなメリットがある。なお、図39の実施例にも言えることであるが、透明基板163、165はレンズとして構成しても、或いは平面で構成してもよい。

【0105】図42は本発明のカメラに適用可能な光学特性可変光学素子のさらに他の実施例であって圧電材料からなる2枚の薄板200A、200Bを用いた可変焦点レンズの概略構成図である。本実施例の可変焦点レンズは、薄板200Aと200Bの材料の方向性を反転させることで、変形量を大きくし、大きな可変焦点範囲が得られるというメリットがある。なお、図42中、204はレンズ形状の透明基板である。本実施例においても、紙面の右側の透明電極59は基板202よりも小さく形成されている。

【0106】なお、図40～図42の実施例において、基板202、薄板200、200A、200Bの厚さを不均一にして、電圧を掛けたときの変形のさせかたをコントロールしてもよい。そのようにすれば、レンズの収差補正等もすることができ、便利である。

【0107】図43は本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズのさらに他の実施例を示す概略構成図である。本実施例の可変焦点レンズ207は、例えばシリコンゴムやアクリルエラストマー等の電歪材料206を用いて構成されている。本実施例の構成によれば、電圧が低いときには、図43に示すように、凸レンズとして作用し、電圧を上げると、図44に示すように、電歪材料206が上下方向に伸びて左右方向に縮むので、焦点距離が伸びる。従って、可変焦点レンズとして動作する。本実施例の可変焦点レンズによれば、大電源を必要としないので消費電力が小さくて済むというメリットがある。

【0108】図45は本発明のカメラに適用可能な光学特性可変光学素子のさらに他の実施例であってフォトニカル効果を用いた可変焦点レンズの概略構成図である。本実施例の可変焦点レンズ214は、透明弾性体208、209でアゾベンゼン210が挟まれており、アゾベンゼン210には、透明なスペーサー211を経由して紫外光が照射されるようになっている。図45中、212、213はそれぞれ中心波長が $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の例えば紫外LED、紫外半導体レーザー等の紫外光源である。

【0109】本実施例において、中心波長が $\lambda_1$ の紫外光が図46(a)に示すトランス型のアゾベンゼンに照射されると、アゾベンゼン210は、図46(b)に示すシ

ス型に変化して体積が減少する。このため、可変焦点レンズ214の形状はうすくなり、凸レンズ作用が減少する。一方、中心波長が $\lambda_2$ の紫外光がシス型のアゾベンゼン210に照射されると、アゾベンゼン210はシス型からトランス型に変化して、体積が増加する。このため、可変焦点レンズ214の形状は厚くなり、凸レンズ作用が増加する。このようにして、本実施例の光学素子214は可変焦点レンズとして作用する。また、可変焦点レンズ214では、透明弾性体208、209の空気との境界面で紫外光が全反射するので外部に光がもれず、効率がよい。

【0110】以上述べた各実施例の可変焦点レンズにおいては、透明電極145、59、508a、509a、513a、513b等は複数に分割されていてもよい。そして、分割された透明電極のそれぞれに異なる電圧を加えることによって、光学装置のピント合わせ、ズーム、変倍のみならず、振れ補正、製造誤差による光学性能の低下の補償、収差の補正等が可能になる。

【0111】次に、本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズに用いる透明電極の分割例を図47～50を用いて説明する。図47の例は、透明電極600を同心状に分割した例を示している。周辺部にいくほど輪帯の幅が狭くなっている。これは収差を補正しやすくするためである。

【0112】図48の例は、輪帯をさらに分割したもので、電極の境界線が3つずつ一点に集まるように分けてある部分を含んでいる。このようにすると、圧電材料200の形状が滑らかに変化するので収差の少ないレンズが得られる。

【0113】図49の例は、透明電極600を六角形に分割したもので、上記と同様の理由により電極の境界線が3つずつ一点で集まるように分けてある部分を含んでいる。

【0114】なお、図48、49の例においてそれぞれ分割された一つ一つの電極600A、600B、600C……は、ほぼ同じ面積にした方が収差補正上有利である。このため、分割された電極のうち最も面積の大きい電極と最も面積の小さい電極との面積比は10.0:1以内に抑えるのがよい。また、電極分割の配列は、図47、48、49の例のように、対称の中心の電極600Aを包むようにすると円形レンズの場合、特に収差補正上有利となる。また、一点に集まる透明電極の境界線が相互になす角が90°よりも大きくなるようにしてもよい。また、図50の例に示すように、電極の分割は格子状にしてもよい。このような分割形態にすれば、簡単に製作できるというメリットがある。

【0115】また、光学系の収差或いは振れを十分に補正するには、透明分割電極600の個数は多い方が良く、2次収差を補正するためには最低7個の分割電極、3次収差を補正するためには最低9個の分割電極、4次

収差を補正するためには最低13個の分割電極、5次収差を補正するためには最低16個の分割電極、7次収差を補正するためには最低25個の分割電極が必要となる。なお、2次収差とは、ティルト、非点収差、コマ収差のx方向、y方向の2方向の成分である。ただし、低コストの商品では最低でも3つの分割電極があれば、大きな収差又は大きな振れは補正できる。

【0116】最後に、本発明で用いる用語の定義を述べておく。

【0117】光学装置とは、光学系あるいは光学素子を含む装置のことである。光学装置単体で機能しなくてもよい。つまり、装置の一部でもよい。

【0118】光学装置には、撮像装置、観察装置、表示装置、照明装置、信号処理装置等が含まれる。

【0119】撮像装置の例としては、フィルムカメラ、デジタルカメラ、ロボットの眼、レンズ交換式デジタル一眼レフカメラ、テレビカメラ、動画記録装置、電子動画記録装置、カムコーダ、VTRカメラ、電子内視鏡等がある。デジカメ、カード型デジカメ、テレビカメラ、VTRカメラ、動画記録カメラなどはいずれも電子撮像装置の一例である。

【0120】観察装置の例としては、顕微鏡、望遠鏡、眼鏡、双眼鏡、ルーペ、ファイバースコープ、ファインダー、ビューファインダー等がある。

【0121】表示装置の例としては、液晶ディスプレイ、ビューファインダー、ゲームマシン（ソニー社製プレイステーション）、ビデオプロジェクター、液晶プロジェクター、頭部装着型画像表示装置（head mounted display: HMD）、PDA（携帯情報端末）、携帯電話等がある。

【0122】照明装置の例としては、カメラのストロボ、自動車のヘッドライト、内視鏡光源、顕微鏡光源等がある。

【0123】信号処理装置の例としては、携帯電話、パソコン、ゲームマシン、光ディスクの読取・書込装置、光計算機の演算装置等がある。

【0124】撮像素子は、例えばCCD、撮像管、固体撮像素子、写真フィルム等を指す。また、平行平板はプリズムの1つに含まれるものとする。観察者の変化には、視度の変化を含むものとする。被写体の変化には、被写体となる物体距離の変化、物体の移動、物体の動き、振動、物体のぶれ等を含むものとする。

【0125】拡張曲面の定義は以下の通りである。球面、平面、回転対称非球面のほか、光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、あるいは対称面を有する非球面、対称面を1つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点、線を有する面等、いかなる形をしていても良い。反射面でも、屈折面でも、光になんらかの影響を与えうる面ならば良い。本発明では、これらを総称して拡張曲面と呼ぶことにす

る。

【0126】光学特性可変光学素子とは、可変焦点レンズ、可変形状鏡、面形状の変わる偏光プリズム、頂角可変プリズム、光偏向作用の変わる可変回折光学素子、つまり可変HOE、可変DOE等を含む。

【0127】可変焦点レンズには、焦点距離が変化せず、収差量が変化するような可変レンズも含むものとする。可変形状鏡についても同様である。要するに、光学素子で、光の反射、屈折、回折等の光偏向作用が変化するものを光学特性可変光学素子と呼ぶ。

【0128】情報発信装置とは、携帯電話、固定式の電話、ゲームマシン、テレビ、ラジカセ、ステレオ等のリモコンや、パソコン、パソコンのキーボード、マウス、タッチパネル等の何らかの情報を入力し、送信することができる装置を指す。撮像装置のついたテレビモニター、パソコンのモニター、ディスプレイも含むものとする。情報発信装置は、信号処理装置の中に含まれる。

【0129】以上説明したように、本発明の可変形状鏡を用いたカメラは、特許請求の範囲に記載された発明の他に、次に示すような特徴も備えている。

【0130】（1）撮影レンズを通して結像された画像から画像信号を得る撮像手段と、撮影条件に基づいた露光動作により前記撮像手段の駆動制御を含む制御を行う露光制御手段と、静電引力により変形する反射面と、該反射面の形状を制御する電極とを有してなる可変形状鏡と、前記可変形状鏡を駆動するための電源を供給する電源供給手段と、前記可変形状鏡を駆動する駆動手段と、前記撮影レンズを駆動する手段と、を有し、前記撮影レンズが駆動されているか、または前記露光制御手段による露光制御が行われているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする可変形状鏡を用いたカメラ。

【0131】（2）撮影レンズを通して結像された画像から画像信号を得る撮像手段と、撮影条件に基づいた露光動作により前記撮像手段の駆動制御を含む制御を行う露光制御手段と、電磁気力により変形する反射面と、該反射面の形状を制御する電極とを有してなる可変形状鏡と、前記可変形状鏡を駆動するための電源を供給する電源供給手段と、前記可変形状鏡を駆動する駆動手段と、前記撮影レンズを駆動する手段と、を有し、前記撮影レンズが駆動されているか、または前記露光制御手段による露光制御が行われているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする可変形状鏡を用いたカメラ。

【0132】（3）撮影レンズを通して結像された画像から画像信号を得る撮像手段と、撮影条件に基づいた露光動作により前記撮像手段の駆動制御を含む制御を行う露光制御手段と、圧電効果により変形する反射面と、該反射面の形状を制御する電極とを有してなる可変形状鏡と、前記可変形状鏡を駆動するための電源を供給する電

源供給手段と、前記可変形状鏡を駆動する駆動手段と、前記撮影レンズを駆動する手段と、を有し、前記撮影レンズが駆動されているか、または前記露光制御手段による露光制御が行われているときには、前記駆動手段による前記可変形状鏡の駆動を行わないようにしたことを特徴とする可変形状鏡を用いたカメラ。

【0133】(4) 前記可変形状鏡を、被写体の距離を測定する測距部の測距用の光を投光する光路中に設けたことを特徴とする請求項1～4、上記(1)～(3)のいずれかに記載の可変形状鏡を用いたカメラ。

【0134】(5) 前記可変形状鏡を、撮影レンズとともに構成された撮影レンズ系に設けたことを特徴とする請求項1～4、上記(1)～(3)のいずれかに記載の可変形状鏡を用いたカメラ。

【0135】(6) 被写体の距離を測定する測距部による測距処理中においても、前記電源供給手段による電源供給または前記駆動手段による駆動を行わないようにされたことを特徴とする上記(5)に記載の可変形状鏡を用いたカメラ。

#### 【0136】

【発明の効果】本発明によれば、レンズ駆動中及び露光動作中に、可変形状鏡の駆動を行わないため、電源系へ負担がかからない。また、ストロボ充電中に、可変形状鏡の駆動を行わないため、ストロボ使用するときでも電源系へ負担がかからない。さらに、撮像データ記録中に、可変形状鏡の駆動を行わないため、データ記録動作に悪影響を与えることがない。さらにまた、撮影モード以外の処理において、可変形状鏡の駆動を行わないため、その分省電動作をすることができる。従って、本発明によれば、可変形状鏡をカメラに適用した場合でも電源系への負担を軽減させて動作を安定化させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる可変形状鏡を用いたカメラのシステム概略構成図である。

【図2】本実施形態のカメラに用いる可変形状鏡を構成する電極の配置関係及び電圧制御を行なう電源回路部のブロック図である。

【図3】本実施形態のカメラに用いる可変形状鏡の複数に分割された電極を駆動するときのタイミングチャートである。

【図4】本実施形態のカメラに用いる可変形状鏡の電極部を示す説明図であり、(a)～(e)は、図2に示す上部電極201の変形状態を示す側面図、(f)及び(g)は図2に示す下部電極202の配置構成を示す平面図である。

【図5】本実施形態のカメラにおいて、可変形状鏡を測距部に用いた例を示す説明図である。

【図6】本実施形態の可変形状鏡を用いたカメラにおける撮影時の駆動制御を示すフローチャートである。

【図7】本実施形態の可変形状鏡を用いたカメラにおけ

る測距処理のフローチャートである。

【図8】本実施形態のカメラにおいて、可変形状鏡を撮像部に用いた一例を示す概略構成図である。

【図9】本実施形態のカメラにおいて、可変形状鏡を撮像部に用いた他の例を示す概略構成図である。

【図10】本発明のカメラの他の実施例にかかる、光学特性ミラーを用いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの概略構成図である。

【図11】本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409の他の実施例を示す概略構成図である。

【図12】図11の実施例の可変形状鏡に用いる電極の一形態を示す説明図である。

【図13】図11の実施例の可変形状鏡に用いる電極の他の形態を示す説明図である。

【図14】本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示す概略構成図である。

【図15】本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示す概略構成図である。

【図16】本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示す概略構成図である。

【図17】図16の実施例における薄膜コイル427の巻密度の状態を示す説明図である。

【図18】本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡409のさらに他の実施例を示す概略構成図である。

【図19】図18の実施例におけるコイル427の一配置例を示す説明図である。

【図20】図18の実施例におけるコイル427の他の配置例を示す説明図である。

【図21】図16に示した実施例において、コイル427の配置を図20に示したようにした場合に適する永久磁石426の配置を示す説明図である。

【図22】本発明のさらに他の実施例に係る、カメラに適用可能な可変形状鏡409を用いた撮像系、例えば携帯電話のデジタルカメラ、カプセル内視鏡、電子内視鏡、パソコン用デジタルカメラ、PDA用デジタルカメラ等に用いられる撮像系の概略構成図である。

【図23】本発明のカメラに適用可能な可変形状鏡のさらに他の実施例に係る、マイクロポンプ180で流体161を出し入れし、レンズ面を変形させる可変形状鏡188の概略構成図である。

【図24】本発明のカメラに適用可能なマイクロポンプの一実施例を示す概略構成図である。

【図25】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズの原理的構成を示す図である。

【図26】一軸性のネマティック液晶分子の屈折率楕円体を示す図である。

【図27】図25に示す高分子分散液晶層に電界を印加状態を示す図である。

【図28】図25に示す高分子分散液晶層への印加電圧を可変にする場合の一例の構成を示す図である。

【図 29】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズを用いるデジタルカメラ用の撮像光学系の一例の構成を示す図である。

【図 30】本発明のカメラに適用可能な可変焦点回折光学素子の一例の構成を示す図である。

【図 31】ツイストネマティック液晶を用いる可変焦点レンズを有する可変焦点眼鏡の構成を示す図である。

【図 32】図 31 に示すツイストネマティック液晶層への印加電圧を高くしたときの液晶分子の配向状態を示す図である。

【図 33】本発明のカメラに適用可能な可変偏角プリズムの二つの例の構成を示す図である。

【図 34】図 33 に示す可変偏角プリズムの使用態様を説明するための図である。

【図 35】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズとしての可変焦点ミラーの一例の構成を示す図である。

【図 36】本発明のカメラに適用可能なさらに他の実施例に係る、可変焦点レンズ 140 を用いた撮像ユニット 141 の概略構成図である。

【図 37】図 36 の実施例における可変焦点レンズの変形例を示す説明図である。

【図 38】図 35 の可変焦点レンズが変形した状態を示す説明図である。

【図 39】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズのさらに他の実施例に係る、マイクロポンプ 160 で流体 161 を出し入れし、レンズ面を変形させる可変焦点レンズ 162 の概略構成図である。

【図 40】本発明のカメラに適用可能な光学特性可変光学素子の他の実施例であって圧電材料 200 を用いた可変焦点レンズ 201 の概略構成図である。

【図 41】図 40 の変形例に係る可変焦点レンズの状態説明図である。

【図 42】本発明のカメラに適用可能な光学特性可変光学素子のさらに他の実施例であって圧電材料からなる 2 枚の薄板 200A、200B を用いた可変焦点レンズの概略構成図である。

【図 43】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズのさらに他の実施例を示す概略構成図である。

【図 44】図 43 の実施例に係る可変焦点レンズの状態説明図である。

【図 45】本発明のカメラに適用可能な光学特性可変光学素子のさらに他の実施例であってフォトンカル効果を用いた可変焦点レンズの概略構成図である。

【図 46】図 45 の実施例に係る可変焦点レンズに用いるアゾベンゼンの構造を示す説明図であり、(a) はトランス型、(b) はシス型を示している。

【図 47】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズに用いる透明電極の一分割例を示す説明図である。

【図 48】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズに用いる透明電極の他の分割例を示す説明図である。

【図 49】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズに用いる透明電極のさらに他の分割例を示す説明図である。

【図 50】本発明のカメラに適用可能な可変焦点レンズに用いる透明電極のさらに他の分割例を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

1	撮像レンズ系
2	レンズ駆動部
3	撮像素子
4	撮像回路
5	測光回路
6	A/D 変換器
7	バッファメモリ
8	ストロボ発光回路
9	モード LCD
10	操作スイッチ
11, 42, 188	可変形状鏡
12	可変形状鏡の駆動電源部 (電源回路)
13	システムコントローラ
14	EEPROM
15	データ圧縮/伸張回路
16	1/F
17	外部 1/F
18	ビデオメモリ
19	RISC 型マイクロチップ
20	DSP (デジタル・シグナル・プロセッサ)
21	上部電極
22	下部電極
23	反射面
24	電圧制御回路部
25	電圧制御トランジスタ
26	制御回路
27	タイミング発生回路
28	スイッチング用トランジスタ
31	赤外発光ダイオード
32	反射鏡
33	投光レンズ
34	投光用窓
35	受光窓
36	受光レンズ
37	受光器
41, 51, 102, 512a, 512b, 522, 537, 538	レンズ
43, 53	レンズ群
44, 54	赤外カットフィルター
45, 55	ローパスフィルター
46, 408, 523, 529	固体撮像素子
52	傾き可変な可変形状鏡

59, 145, 513a, 513b, 600		413	電源スイッチ	
透明電極		414	演算装置	
103	制御系	415	温度センサー	
103'	回路	416	湿度センサー	
104, 141	撮像ユニット	417	距離センサー	
140, 162, 201, 207, 214, 511, 5		423	支持台	
27可変焦点レンズ		424	振れセンサー	
142	透明部材	425, 428	駆動回路	
143	圧電性のある透明物質	426	永久磁石	
144	流体あるいはゼリー状物質	427	コイル	
146	シリンダー	508a, 532a, 562a, 566a		第
147	支援部材	1の面		
148	変形可能な部材	508b, 532b, 562b, 566b		第
160, 180	マイクロポンプ	2の面		
161	流体	509a, 533a, 563a, 567a		第
163, 165, 204, 532, 533, 562, 5		3の面		
63, 566, 567透明基板		509b, 533b, 563b, 567b		第
164	弾性体	4の面		
168	液溜	514	高分子分散液晶層	
181	振動板	515	スイッチ	
182, 183, 409b, 409d		516	交流電源	
184, 185	弁	517	液晶分子	
189	反射膜	518	高分子セル	
200	圧電材料	519	可変抵抗器	
200A, 200B	薄板	521, 526	絞り	
202	透明で柔らかい基板	525	前方レンズ	
206, 409c-2	電歪材料	528	後方レンズ	
208, 209	透明弾性体	531	可変焦点回折光学素子	
210	アゾベンゼン	535	可変焦点眼鏡	
211	スパーサー	535a	フレーム	
212, 213	紫外光源	536	可変焦点回折光学素子	
403	撮像レンズ	539a, 539b	配向膜	
404	プリズム	545	物体	
405	二等辺直角プリズム	546	測距センサ	
406	ミラー	561	可変偏角プリズム	
409	光学特性可変形状鏡	565	可変焦点ミラー	
409a	薄膜	568	反射膜	
409c, 409c'	圧電素子	600A, 600B, 600C	分割された一	
409c-1, 409e	基板	一つの電極		
411	可変抵抗器	901	接眼レンズ	
412	電源	902	対物レンズ	

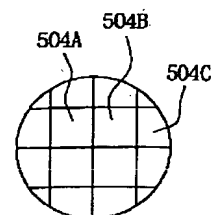
【図12】



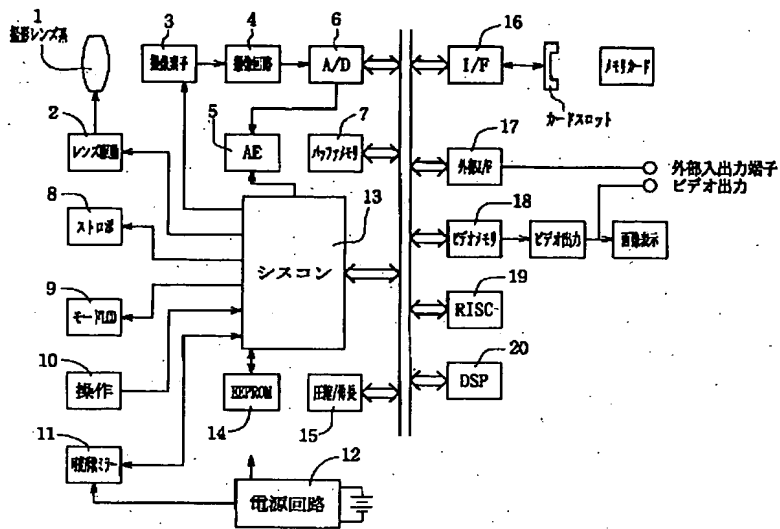
【図13】



【図50】

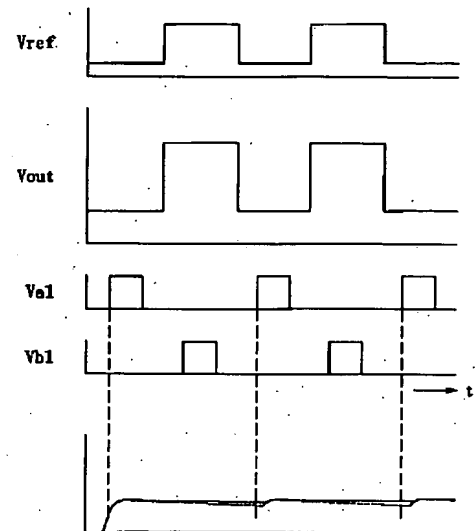


【図1】

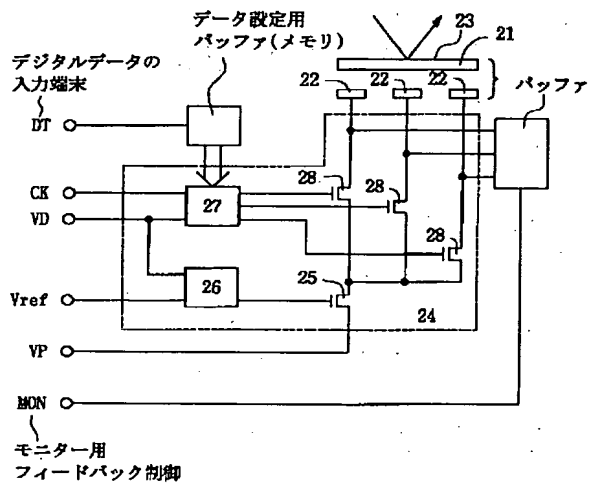


【図2】

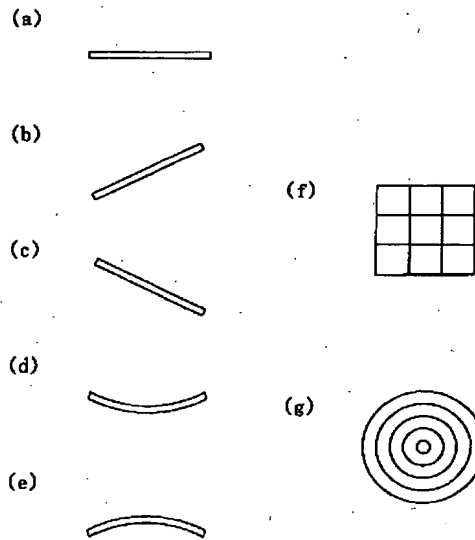
【図3】



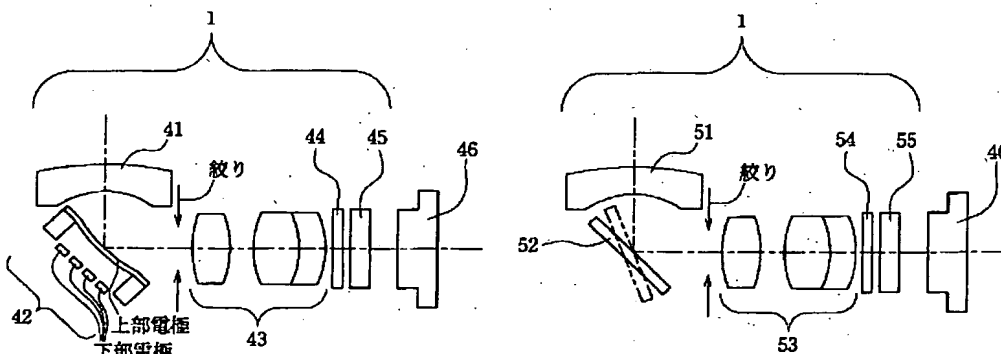
【図4】



【図8】

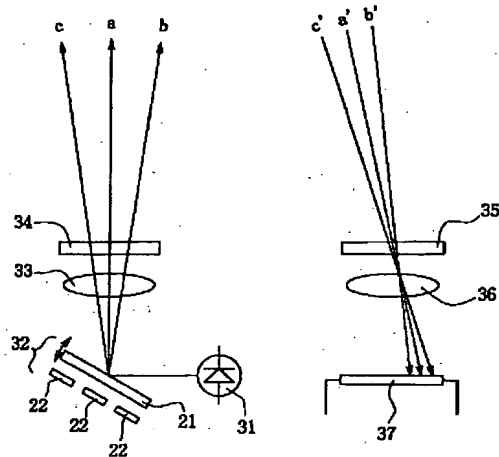


【図9】

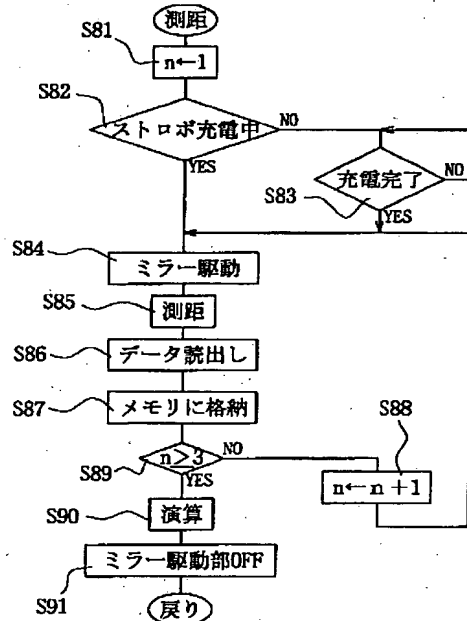




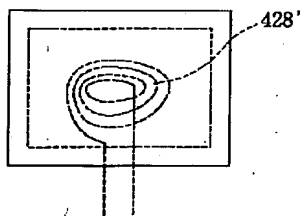
【図 5】



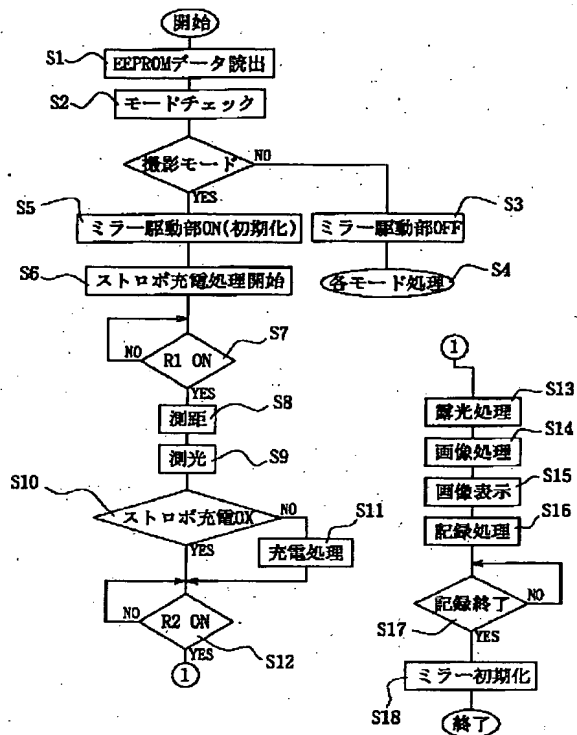
【図 7】



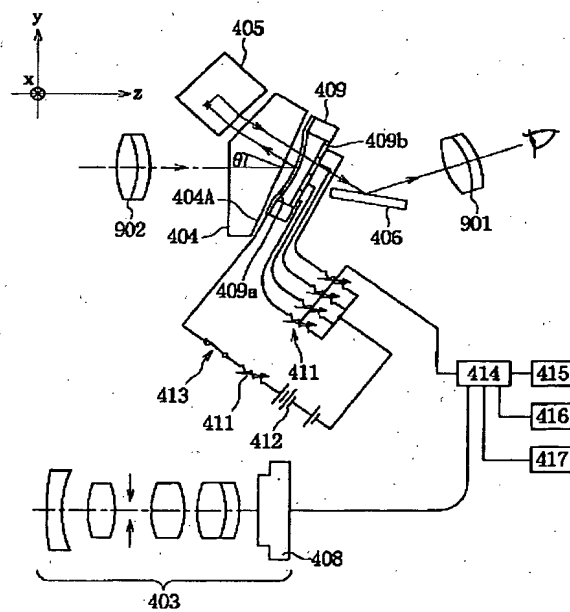
【図 17】



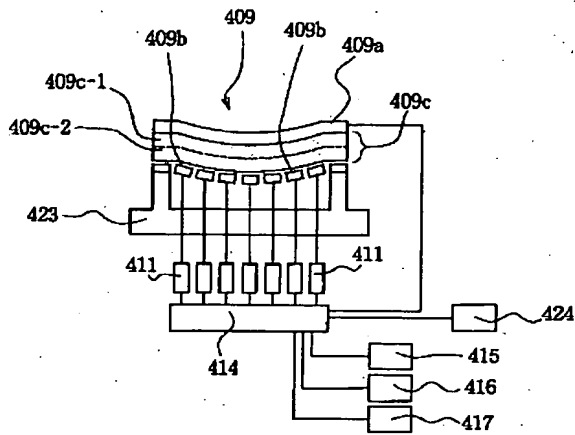
【図 6】



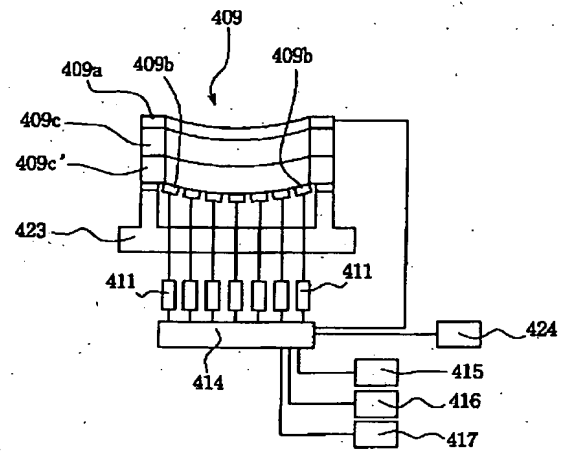
【図 10】



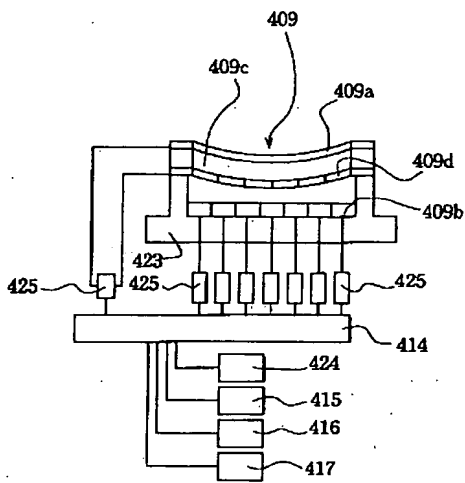
【図 11】



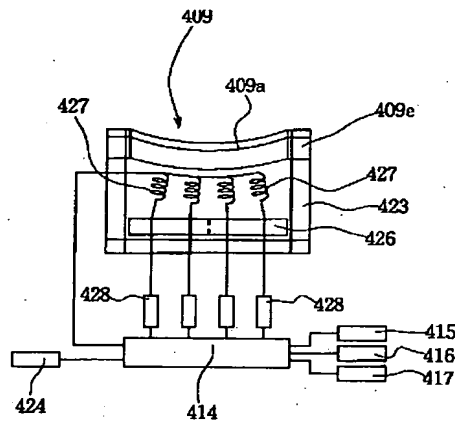
【図 14】



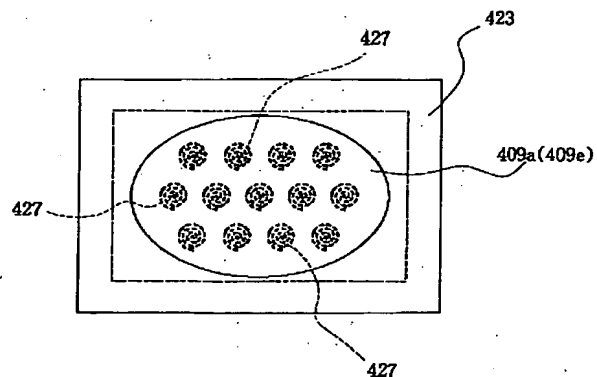
【図 15】



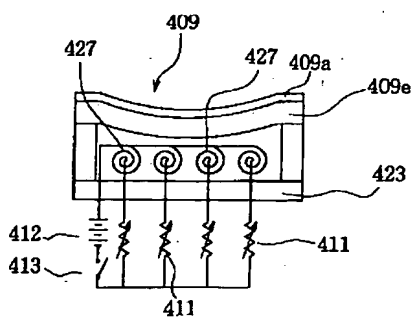
【図 16】



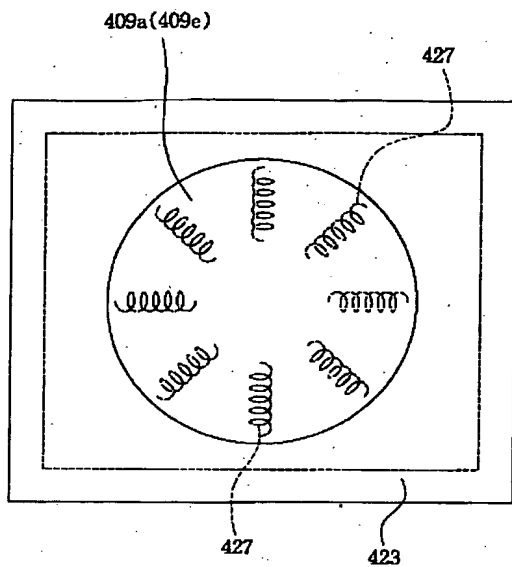
【図 19】



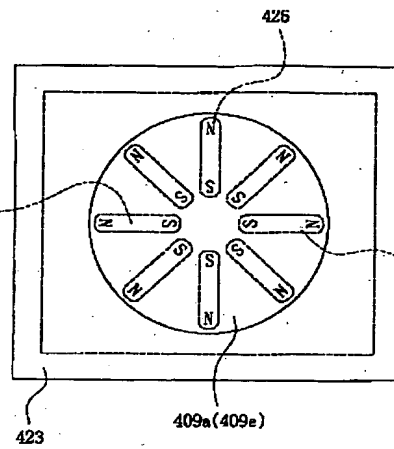
【図 18】



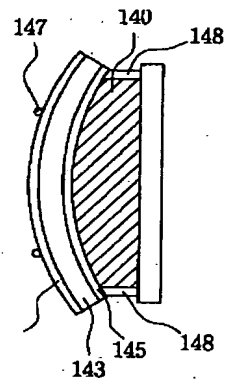
【図 20】



【図 21】

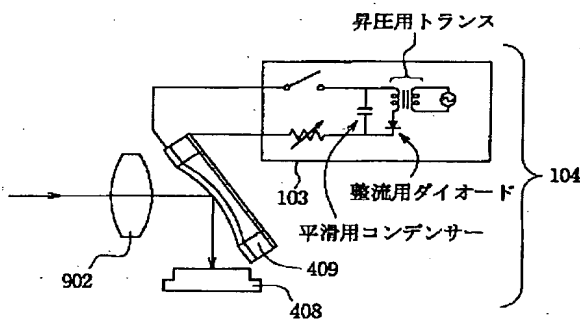


【図 37】

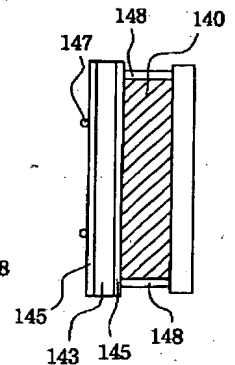
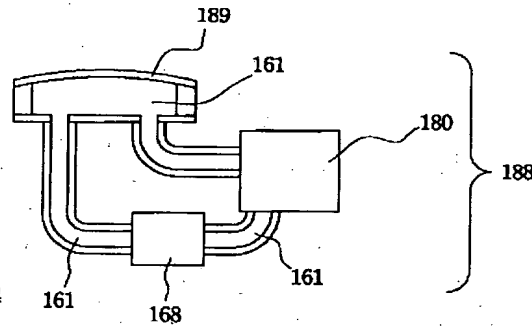


【図 38】

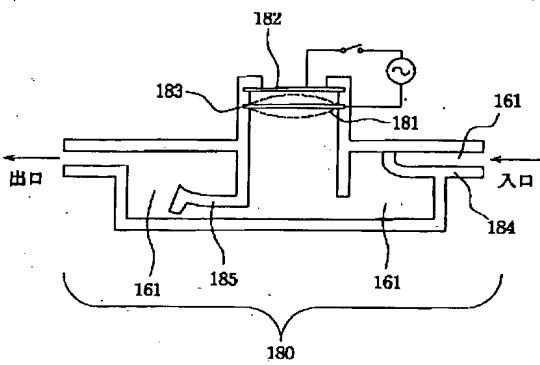
【図 22】



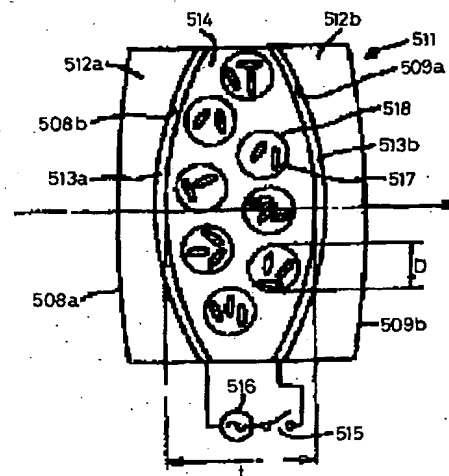
【図 23】



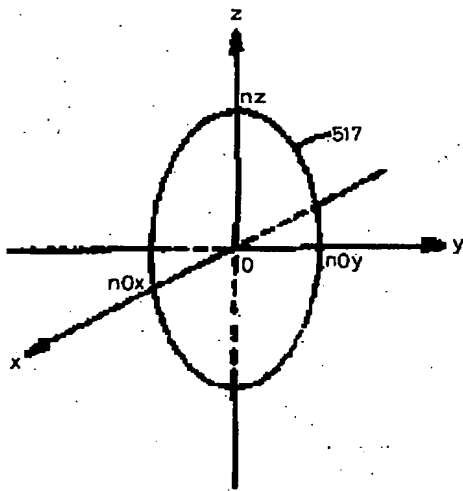
【図 24】



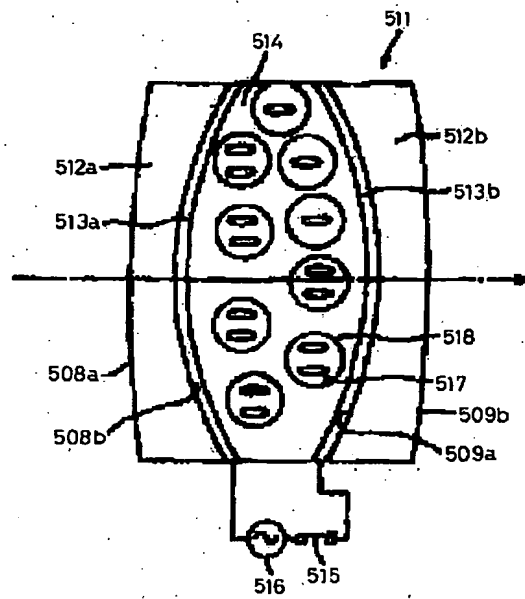
【図 25】



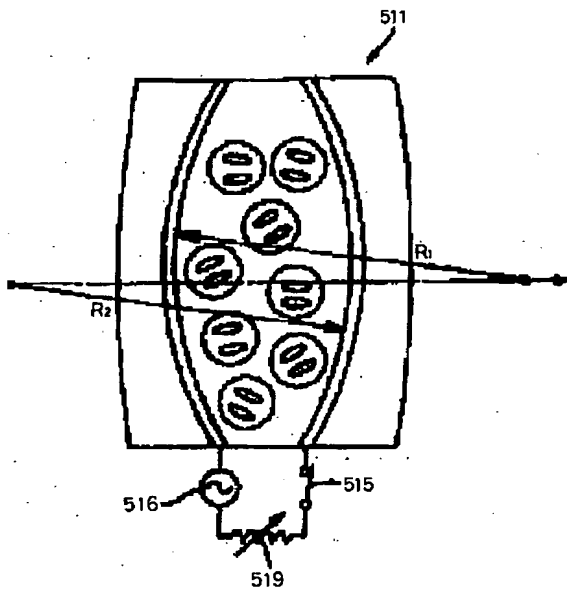
【図 26】



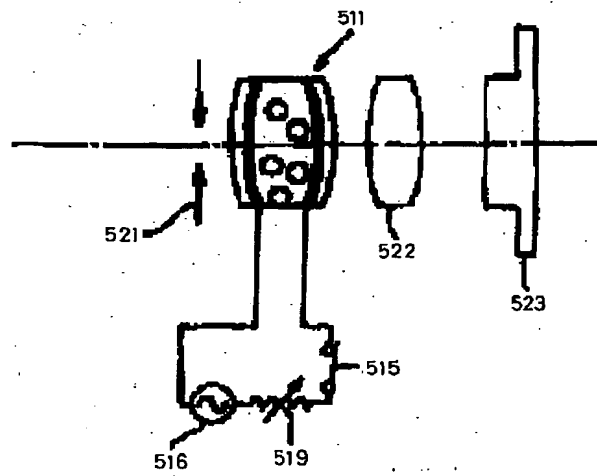
【図 27】



【図 28】

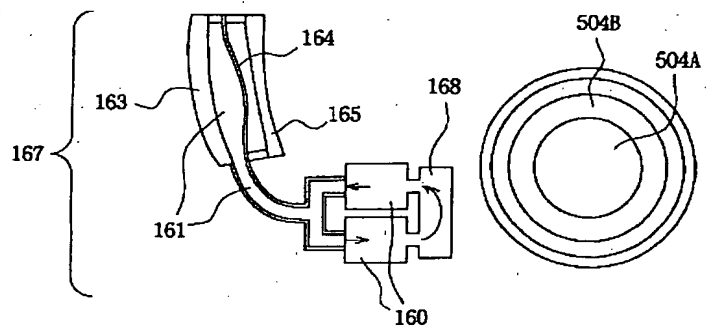


【図 29】

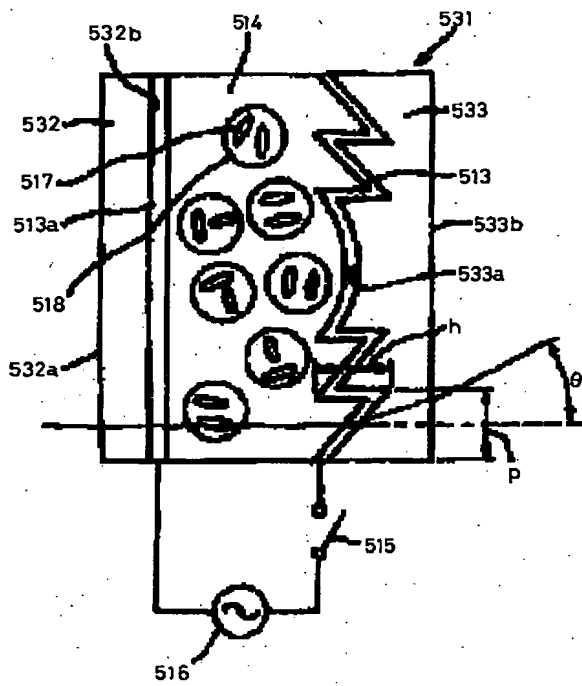


【図 39】

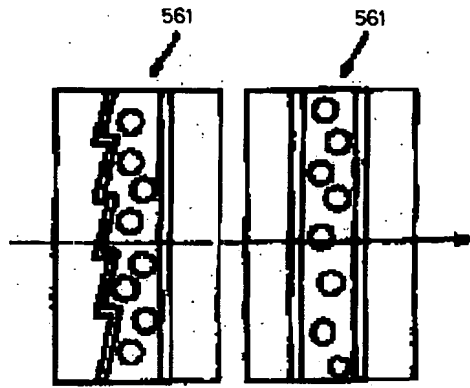
【図 47】



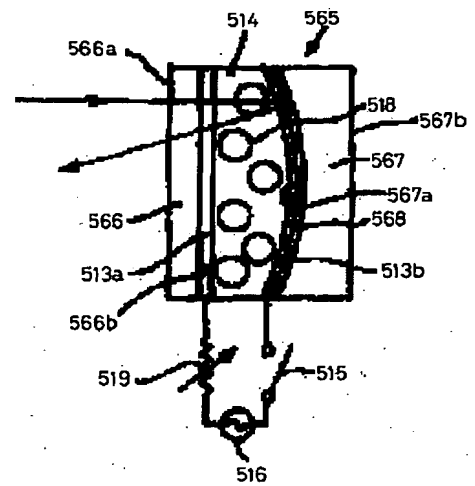
【図 30】



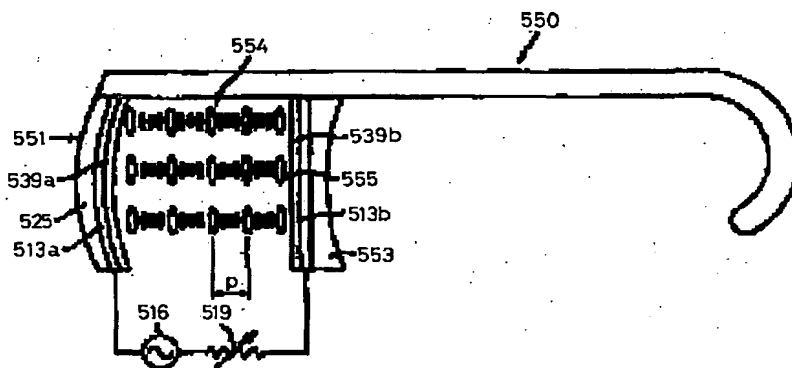
【図 34】



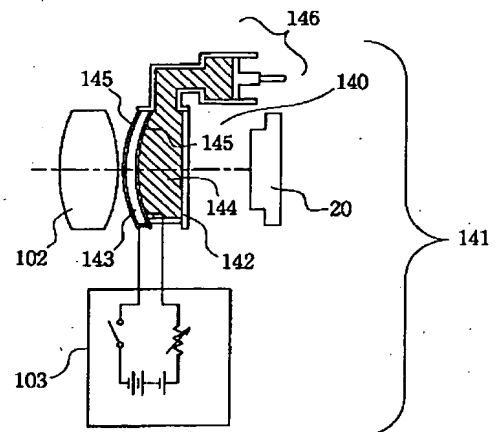
【図 35】



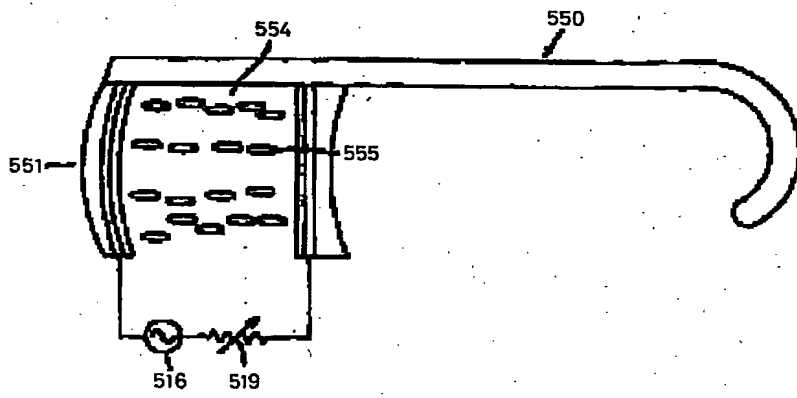
【図 31】



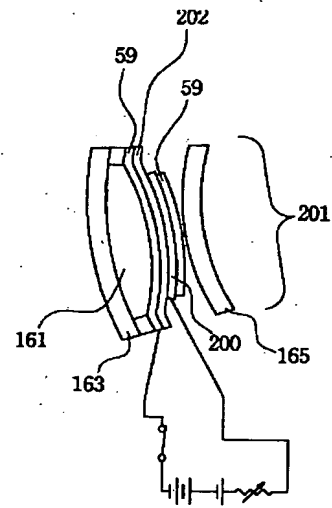
【図 36】



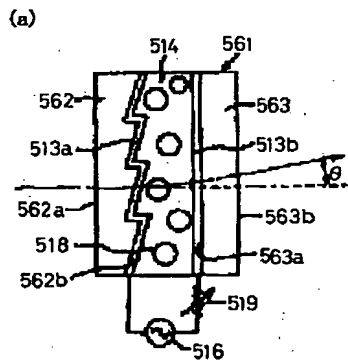
【図 32】



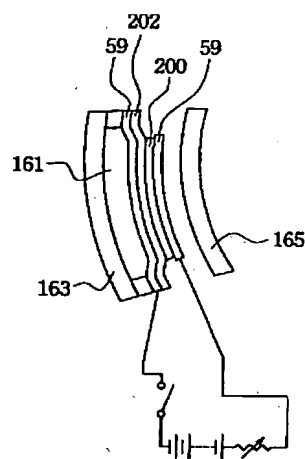
【図 40】



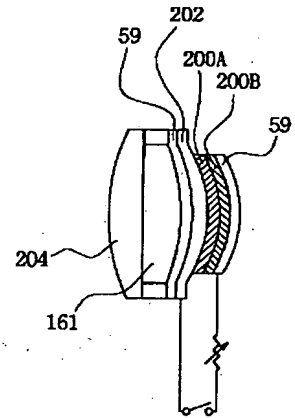
【図 33】



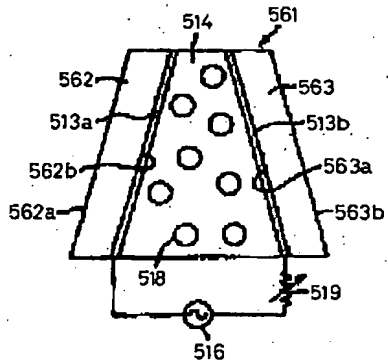
【図 41】



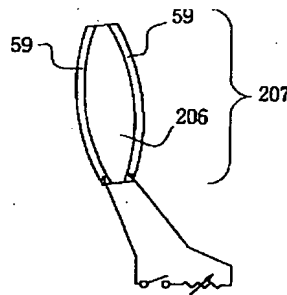
【図 42】



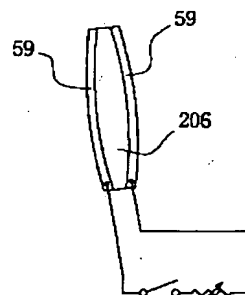
(b)



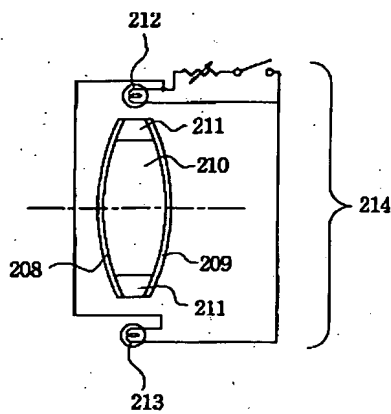
【図 43】



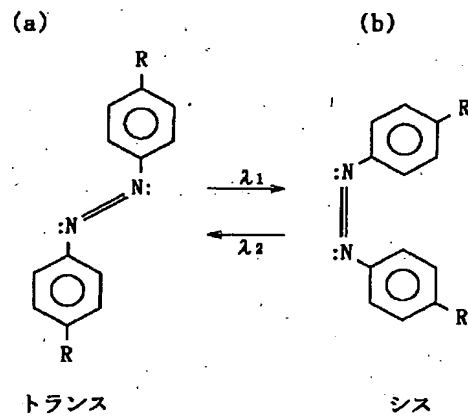
【図 44】



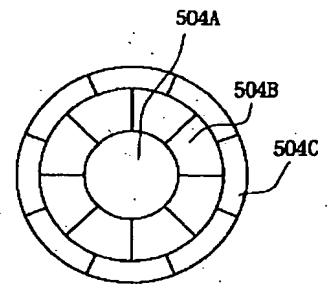
【図45】



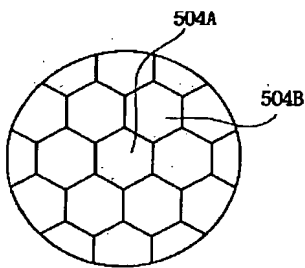
【図46】



【図48】



【図49】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H04N 5/225

識別記号

F I

H04N 5/225

テーマコード (参考)

D

Fターム (参考) 2H041 AA11 AB14 AC02 AC06 AC07  
AC08 AZ01 AZ05 AZ08  
2H042 DB08 DD04 DD13 DE09  
2H100 CC00 DD15 FF01  
2H101 DD16 DD21 DD23 DD24 FF00  
5C022 AB15 AB27 AB40 AB67 AC42  
AC51 AC54 AC55